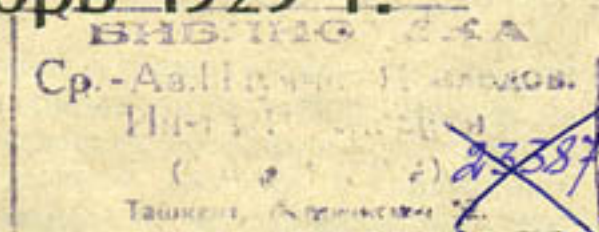


ВЕСТНИК ИРРИГАЦИИ

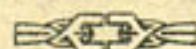
Ежемесячный журнал
Управления Водного Хозяйства Средней Азии.

№ 9

Сентябрь 1929 г.



7-й ГОД ИЗДАНИЯ



с
Издательский Отдел Оп.-Исслед. Инст. Водн. Хоз.
г. ТАШКЕНТ. D

Агроном-экономист Т. А. Старцев



К вопросу перевода ирригационных систем на самоокупаемость.

Общие предпосылки к определению финансовой доходности ирригационных систем.

Выявление финансового состояния ирригационных систем является практической необходимостью в связи с поставленной перед водным хозяйством Средней Азии задачей перевода ирригации на са-

мокупаемость.

Проблема «самоокупаемости ирригационных систем» есть проблема возврата средств, затрачиваемых на водное хозяйство. Она тесно связана с вопросами финансирования ирригации основными и оборотными средствами.

На теоретическом обосновании этих проблем мы останавливаться не будем (оно с достаточной полнотой произведено многими авторами и, по нашему мнению, пора уже от теоретических рассуждений переходить к делу). Отметим только, что при практическом разрешении настоящего вопроса могут иметь место две основные точки зрения. Во первых, капиталистическо-коммерческая, преследующая получение возможно большей прибыли, что в условиях социалистического государства является неприемлемым, и, во-вторых, народно-хозяйственная, при которой учитывается эффект от вкладываемых затрат и отражение их на благосостоянии водопользователей.

В то же время способ определения финансовой доходности ирригационных систем при обеих указанных выше точках зрения одинаков. Он основан на бухгалтерском учете всех доходных поступлений, извлекаемых от эксплуатации ирригационной системы и связанных с нею расходов по управлению, поддержанию в исправности, эксплуатации и восстановлению амортизированных частей.

При этом перечень возвращаемых расходов зависит от водохозяйственной политики государства и тех требований, какие оно пред'являет к самоокупаемости водного хозяйства в целом. Отсюда следует, что проблема возврата затрачиваемых на ирригацию средств может быть разрешена в различных вариантах, смотря по тому, какие будут установлены принципиальные точки зрения по отношению тех или иных ирригационных объектов.

Поскольку перевод ирригационных систем, в связи с проблемой возврата затрачиваемых средств, основан на принципе коммерческого

¹ Лодыгин, Б. К. Статья «Организация водного обложения и задачи перевода ирригационных систем Туркесреспублики на самооправдывание» «Вестник Ирригации» № 1, 1924 г.

Шастал, И. Н. Статья «К проблеме инвентаризации ирригационных систем», «Вестник Ирригации» № 10, 1925 года.

Головин, А. И. Статья «К вопросу о дальнейшем финансировании ирригации» «Вестник Ирригации» № 3, 1926 года.

Чаплыгин, А. В. Статья «О самоокупаемости ирригации». «Водное Хозяйство». Сборник статей. Издание 1929 года.

расчета—предоставлении ирригационной системе или группе систем самостоятельного бюджета, в пределах которого балансируются приходы и расходы, то это уже положение дает нам основание условно рассматривать каждую систему, или группу нескольких, в виде ирригационного предприятия,¹ а орошаемые хозяйства, как клиентов этого предприятия.

Не вдаваясь подробно в теоретическое обоснование этой концепции, следует только отметить, что ирригационное предприятие, в противоположность другим, сужено сферой своего действия, и потому не в состоянии перебросить воду дальше своих законных (природных) рамок, т.-е. здесь не имеет место перемещение услуг. В таком же точно положении находится и потребитель воды. Последний привязан к определенной территории, в пределах которой лишь доступно передвижение воды.

Отсюда следует, что ирригационное предприятие является монополистом для потребителя воды, обладающим силой экономического принуждения в отношении своих клиентов. С другой стороны, специфичность ирригационного предприятия заключается еще в том, что транспортируемая им вода прямым путем влияет на рентабельность хозяйства потребителя, т.-е. здесь мы видим прямую зависимость рентабельности хозяйства потребителя от рентабельности ирригационного предприятия. В этом случае воде как бы присуща роль проводника рентабельности. Основанием этому служит географическая неотъемлемость потребителя воды от ирригационного предприятия.

Таким образом, ирригационное предприятие есть локальное монопольное предприятие, представляющее собою территориально замкнутый водопроводящий механизм, направленный на производство общественных благ, диктуемых условиями народно-хозяйственного благосостояния. Таков в общих чертах внешний характер всякого ирригационного предприятия.

Перейдем теперь к изложению финансово-экономической характеристики изученных нами с этой целью ирригационных систем правого берега р. Нарын.²

Основное имущество систем правого берега р. Нарын и его стоимость.

Прежде всего, нам необходимо знать величину, характер и значение основного ирригационного имущества или так называемого основного государственного фонда, каким должно являться имущество ирригационного хозяйства. Оно целиком должно быть включено в баланс предприятия и, следовательно, находиться в его эксплуатации.

Основное имущество этих систем состоит из:

1. Сооружений водопроводящей сети—земляных каналов общественного значения.
2. Арматуры каналов—гидротехнических сооружений инженерного и туземного типа.
3. Вспомогательных сооружений, обслуживающих указанные системы.

¹ Согласно формулировки Вернера Зомбарта, понятие предприятия включает в себя идею баланса и, следовательно, предполагает существование, во-первых, определенной имущественной массы, изменения которой более или менее регулярно учитываются в процессе ее использования (баланс) и, во-вторых, факта возможного отчуждения пользователями на началах соглашения услуг, производимых предприятием.—А. И. Головин—«Экономическая природа ирригационного предприятия». Издание САГУ, 1928 г.

² Обследованию подверглись нижеследующие магистральные каналы: Янги-арык с Розенбахом, последний до Кассан-сая, Малтапар, Кум-Туган, Зарбоб, Хан и Капа. Обследование было произведено в 1926 и 27 г. г. Янги-арыкским технико-экономическим отрядом УВХ Средней Азии.

Суммарная построечная стоимость его выражается в следующих цифрах:

Таблица 1.

№ по порядку	Наименование имущества	Стоимость	В % к общему итогу	На 1 га фактич. орошаем. площади
1	Сооружен. водопров. сети—земл. каналы общественного значения	1.573.814—00	76,10	48,59
2	Арматур. канал.-гидротехн. сооружен.: а) инженерные б) туземные	394.236—00 93.448—00	19,06 4,52	12,17 2,89
3	Сооружен., обслуж. систему	6.700—00	0,32	0,21
	В с е г о	2.068.198—00	100%	63,66
	Без каналов	494.384—00	18,70	15,23

Как видим из приводимой таблицы, общая стоимость ирригационных сооружений описываемого нами района исчисляется, включая стоимость каналов, в 2.068.198—00 руб. и без каналов в 494.384—00 рубля, что составляет на гектар фактически орошаемой площади в первом случае—63 руб. 86 коп., во втором—15 руб. 23 коп. Следовательно, в числе стоимости ирригационных сооружений 76,10% составляют земляные каналы и только 23,90% арматура. Иными словами, соотношение стоимостей этих двух категорий ирригационного имущества выражается отношением 1 : 3.

Сопоставляя приводимые выше цифры стоимости описываемых нами ирригационных сооружений с удельной стоимостью таковых по Майли-сайской (Фергана) и Мазарганской (Бухара) системам, а также по некоторым главнейшим туземным системам (категории А) Индии,¹ видим, что стоимость ирригационных сооружений по этим системам колеблется от 25 руб. 71 коп. (Мазарган) до 120 руб. 56 коп. (Майли-сай) на гектар.

Сравнительно высокая стоимость Майли-сайской системы как на 1 га, так и на 1 километр протяженности сети, объясняется разницей в принятых нормах выработки при оценке земляных работ. Так, например, по Майли-саю норма выработки за 10-ти часовой рабочий день была принята, согласно Урочного положения, в 2,44 м.³, в то время как по Янги-арыку она равна 4,03 м.³, согласно данных хронометража, поставленного при производстве очистки наносов силами натурповинности. Низкая норма выработки по Майли-саю объясняется тем, что в системе каналов насыпь составляет 51,4% от всех земляных работ и расценена за 1 м.³ по 1,425 рубля, в то время как выемка по 0,615 руб. Отсюда средняя стоимость м.³ выразилась в 0,913 рубля. В пределах описываемого района каналов, идущих в насыпи, незначительное количество, в силу чего средняя стоимость земляных работ здесь не превысила 0,372 рубля за м.³ Оплата же рабочего дня землекопа как по Майли-саю, так и по Янги-арыку, составляла 1 руб. 50 коп.

¹ Б. К. Лодыгин: «Ирригация Индии».

Таблица 2.

№ по порядку.	Наименование систем	Стоимость ирриг. сооружений.	На 1 км. протяжен. канал. обществ. сети	Стоим. арматуры каналов на 1 га той же площади	% к общ. стоим. ирриг. систем.
		На 1 га фактич. орош. площади			
1	Системы обследованного района пр. бер. р. Нарын . .	63,86	932,68	15,23	76,10
2	Сист. р. Майли-сая.	120,50	1711,40	1,36	98,86
3	» » Мазаргана.	26,71	513,50	0,93	96,54
4	Индийские системы (категор. А) в среднем	45,58	—	—	—
	при колебании . .	от 9,81 до 177,67	—	—	—

При исчислении стоимости каналов, а также арматуры туземного типа, нами не приняты во внимание накладные расходы, так как последние при работах населения составляют весьма незначительную сумму. Следует при этом заметить, что, благодаря неточности учета и условности в терминологии некоторых категорий земель, для определения сравнительной стоимости ирригационных сооружений более реальным показателем будет служить удельная величина ее на протяженность общественной сети, нежели на единицу площади.

Необходимо также отметить, что вопрос с оценкой каналов старых ирригационных систем является спорным. Дело в том, что каналы этих систем в большинстве вырыты населением более ста лет тому назад и современному поколению достались без всяких с их стороны дополнительных затрат. Отнесение таких каналов к основному ирригационному имуществу и оценка их необходимы исключительно для определения сравнительной стоимости отдельных ирригационных систем и никакого практического значения не имеют. При этом стоимость каналов ежегодно восстанавливается в процессе ремонта—очистки и может быть приравнена стоимости амортизации каналов, которая должна быть принята Управлением системой при определении им себестоимости одного м.³ воды для данного года.

Основные элементы ежегодных расходов на ирригацию и средства на их покрытие.

К оборотным средствам ирригационного предприятия относится:

1. Содержание эксплуатационного штата;
2. Затраты на ежегодный ремонт всех ирригационных сооружений.

Это те нормальные виды расходов, которые, обычно, в ирригационной практике принято называть эксплуатационными расходами. Стоимость их, конечно, не будет ежегодно одинаковой и колеблется в зависимости от случайных явлений, к каким в первую очередь следует отнести стихийные бедствия, связанные с паводками и маловодьем.

Фактически текущие эксплуатационные расходы по системам правого берега р. Нарын в 1926-27 бюджетном году слагались из следующих статей (см. табл. 3):

Таблица 3.

№№ по порядку	НАИМЕНОВАНИЕ СТАТЕЙ	В рублях	В % к итогу
	А. Стоимость эксплуатационного штата		
1	Содержание техперсонала	5.878—24	5,91
2	Содержание мирабов	20.208—24	20,31
3	Окарауливание сооружений	634—10	0,64
4	Эксплуатационная гидрометрия	531—00	0,53
5	» статистика	1.315—72	1,32
	Итого оплаты непосредственного эксплуатационного персонала	28.567—30	28,71
6	Доля расходов по содержанию окружного эксплуатационного аппарата и правлений мелиоративных товариществ	27.539—84	27,68
	В с е г о	56.103—14	56,39
	Б. Стоимость затрат на ремонт:		
7	а) регулировочных работ	8.845—20	8,89
	б) защитных работ	1.557—40	1,57
	в) очистка каналов	21.250—72	21,36
	г) ремонт бортов каналов	6.227—49	6,26
	д) » гидросооружений	1.539—92	1,55
	е) накладные расходы, связанные с производством работ по натурповинности и мелиоративных товариществ	3.958—19	3,98
	В с е г о	99.486—06	100

Как видим, сумма в 99.486—06 коп. составляет годовые затраты на эксплуатацию этих систем, которая на 18.686 руб. 83 коп. оказалась меньше фактически израсходованной суммы в 118.686 руб. 83 к. согласно технического отчета за этот год. Разница в 18.686 руб. 83 коп. составляет расход, связанный с переоборудованием и дооборудованием означенных систем и включенный механически Водным округом в технический и финансовый отчет без рассмотрения его по существу. Этот расход ни в коем случае не должен быть причислен к составу нормальных эксплуатационных затрат, так как расходы по переоборудованию и дооборудованию систем являются сами по себе капитальными затратами. В данном случае переоборудование этих систем заключалось в замене примитивных туземных гидросооружений более совершенными, как то: туганов—деревянными регуляторами. Дооборудование же представляло собою определенное мероприятие, по характеру присущее мелкому

ирригационному строительству, давшему прирост орошаемой площади. В данном случае под титулом дооборудования системы прошла постройка деревянного желоба через рукав Сыр-Дарьи на один из островов. Таким образом, все эти вновь построенные сооружения должны быть отнесены к основному имуществу. А так как означенные сооружения вступили в эксплуатацию в конце бюджетного года, то они могут быть смело включены в имущественный баланс ирригационного предприятия с 1/X—27 г.

Израсходованные на эксплуатацию средства не представляют собою единого источника, а состояются следующим образом:

№№ по порядку	Источники средств на эксплуатационные расходы	Сумма	В % к итогу
1	Средств водного налога	11.535—69	11,60
2	» мельтоварищества	59.187—31	59,49
3	» натурповинности	28.763—12	28,91
	Итого	99.486—12	100

Следовательно, израсходованные на эксплуатацию в 1926/27 году суммы являлись исключительно средствами населения. Иначе говоря, по этим системам мы уже в 1927 году имели осуществленным переложение всех текущих расходов по эксплуатации на население. Но так как в числе затрат на эксплуатацию большую часть, а именно: 59,49 %, составляют средства мелиоративных т-в, а на долю водного налога приходится только лишь 11,60 %, то в данном случае следует считать, что государством переложена на население весьма незначительная сумма, равная лишь израсходованной части водного налога, т.-е. 11.535 руб. 69 коп., которым был, главным образом, покрыт расход по техническому обслуживанию этих систем (71,16 %).

Последнее обстоятельство подтверждается приводимыми ниже данными бывшей комиссии по разработке вопроса о самоокупаемости ирригационных систем.

Так, в 1924-25 году из средств госбюджета на текущую эксплуатацию описываемых нами систем было израсходовано 11.237 руб. 78 к. и 505 руб. 64 коп. на капитальный ремонт ирригационных сооружений. Как видим, размер эксплуатационных расходов 1924-25 года почти равен расходу 1927 года.

Помимо этого, в состав эксплуатационных расходов 1924-25 года включена была доля содержания управленческих аппаратов УВХ Средней Азии и Узбекводхоза, выразившаяся в сумме 5.856 рублей 59 коп. Последняя при исчислении фактических эксплуатационных расходов принята нами не была, так как с введением водного налога этот расход попрежнему производится из средств госбюджета.

Сопоставляя же производство эксплуатационных расходов по отдельным статьям, видим, что разница в расходах между указанными годами весьма незначительная. Она составляет всего лишь 110 руб. 23 коп. в сторону увеличения ее в 1924-25 году.

Таблица 4.

№№ по- порядку	СТАТЬИ РАСХОДА	Из средств госбюджета 1924/25 г.	Из средств водного на- лога в 1926/27 г.
1	Содержание техперсонала с накл. расходами .	5.294—62	6.762—54
2	Для содерж. области и окружн. эксл. аппар.	4.637—17	1.516—16
3	Расход по эксплуатац. статистике	159—43	—
4	Регулировочные работы	1.146—56	1.557—40
5	Капитальн. рем. и дооборудов. системы . . .	505—64	1.797—09
Итого		11.743—42	11.633—19

Очевидно, по этим системам в основу расходования средств водного налога был принят размер эксплуатационных затрат, имевших место в 1924-25 году.

Выше мы отмечали, что перевод ирригационных систем на самооправдывание обусловливается предоставлением каждой системе или группе систем самостоятельного бюджета, в котором приходная и расходная части обязаны балансироваться.

Однако, прежде чем приводить доходные и расходные статьи ирригационного бюджета по системам правого берега р. Нарын, следует отметить, что само построение бюджета преследует одну цель—это калькуляцию стоимости единицы воды ирригационному предприятию, установление которой, по нашему мнению, должно иметь не только теоретическое, но, главным образом, практическое значение. Во-первых, ирригационный бюджет призван играть роль показателя сравнительной рентабельности ирригационных систем; во-вторых, на основе его должны быть исчислены действительные суммы, подлежащие возврату с населения за пользование водою. В последнем случае обязаны предусматриваться средства по двум основным расходным статьям бюджета: это во-первых, производственные издержки предприятия или так называемые собственно-эксплуатационные расходы и, во-вторых, накопление средств на восстановление (амортизационный фонд). Кроме того, имели и будут иметь место расходы государства на ирригацию, преследующие цель технической реконструкции самих систем, возврат которых так или иначе должен быть обеспечен.

Нередко эти расходы принято погашать с населения в известной части косвенным путем, как, например, установлением монопольных цен на хлопок, обязательством продажи хлопка-сырца государственным заготовительным организациям и путем взыскания единого сельскохозяйственного налога, размер которого для районов с искусственным орошением устанавливается значительно выше, чем для богарных, что вполне является справедливым, благодаря роли водного фактора, повышающего доходность земледелия.

Учитывая же народно-хозяйственный эффект ирригации, отражающийся в самых различных отраслях хозяйственной жизни, мы разделяем мнение тех авторов, которые утверждают, что при переводе систем на самооправдывание нет никакого основания начислять при существующих условиях процент на капитал, завязанный государством в ирригационных сооружениях. В этом случае возврату должны подлежать только

собственно-эксплуатационные расходы (которые ежегодно имеют место по системам), а также взыскиваться с потребителя воды необходимые средства на восстановление амортизационных частей ирригационного имущества.

Переходя непосредственно к объекту нашего изучения, прежде всего следует остановиться на рассмотрении фактических поступлений и расходов, произведенных в 1926-27 году на эксплуатацию указанных систем. Затем произвести калькуляцию стоимости единицы воды ирригационному предприятию за этот год, исходя сначала из наличия только фактических расходов и анализа платежеспособности населения, с тем, чтобы в дальнейшем подойти к составлению ирригационного баланса с учетом уже всех основных издержек ирригационного предприятия.

Ирригационный бюджет систем правого берега р. Нарын для 1926-27 г. года представляется в следующем виде:

ЗАТРАЧЕНО			ПОСТУПИЛО		
1	На регулировочные работы в головах систем . . .	8.845—20	1	Водного налога . . .	43.606—22
2	На берего-укрепительные работы	1.557—40	2	Из мельфонда	105.235—68
3	На очистку каналов . . .	21.250—72	3	Натурповинн.	30.883—67
4	На ремонт борт. каналов . .	6.227—49			
5	» » сооружений . . .	1.539—92			179.725—57
6	На содержание обслуж. персонала	28.567—30			
7	Накладные расходы . . .	31.498—03			
	Итого . . .	99.486—06			
	Сальдо . .	80.239—51			
	Баланс . .	179.725—57		Баланс . .	179.725—57

Как видим, приходная часть ирригационного бюджета складывается из трех различных источников, из коих большую часть составляют, как мы уже отметили выше, средства мелиоративных товариществ—58,55%, затем средства водного налога—24,26% и 17,19%—натуральная повинность. Это обстоятельство говорит нам о двойственности управления системами как со стороны агентов водного хозяйства, так и населения в лице правлений мелиоративных т-в. Это положение объясняется переходным периодом существования мелиоративной кооперации. Так, в 1926-27 г. ею только впервые была сделана попытка частичного управления системами, выразившаяся не только в самостоятельном проведении некоторых работ по эксплуатации, но и в содержании за счет своих средств низшего водного персонала—мирабов.

В результате такого двойственного управления имеют место значительные накладные расходы, составляющие 27,68%, из коих большая часть связана с содержанием правлений мельтовариществ.

Фактические же расходы на эксплуатацию систем со стороны ирригационного предприятия выразились в сумме 99.486—06 коп., что составляет всего лишь 55,36% к общей сумме поступлений. Остаток в размере 80.239—51 (179.72.57—99.486.06) как бы является резервным фондом, из которого, согласно технических отчетов за 1926/27 год, была произведена оплата работ по дооборудованию и переоборудованию систем, всего на сумму 18.686 руб. 83 коп. Таким образом, на 1/X—1927 года изучаемые нами системы должны были фактически иметь 61.552 руб. 62 коп. резервных сумм (накопление в фонд амортизации), которые по характеру своего поступления распределяются следующим образом:

Таблица 5.

№ п/п	Наименование источника поступления	Поступило за год в руб. лях	Израсходовано за год в руб.	Осталось на 1/X—27 г.
1	Водный налог	43.606—22	11.633—19	31.973—03
	в %/о	100	26,68	73,32
2	Взносы в мельтоварищ. . .	105.235—68	75.656—09	29.579—59
	в %/о	100	71,89	28,11
3	Трудовые затраты натурпо- винности в денежн. выраж.	30.883—67	30.883—67	—
	в %/о	100	100	—
	Итого	179.725—57	118.172—95	61.552—62
	в %/о	100	67,32	34,25

Как видим, большую часть (73,32%) остающихся на 1/X—1927 г. средств составляет водный налог. Однако, эта сумма за данными системами не заприходована и, повидимому, была израсходована на эксплуатацию других систем.

Более реальным остатком являются средства мелиоративных т-в. Они составляют 28,11% от всей подлежащей взносу суммы, исчисленной нами в 105.235 руб. 78 к., и фактически являются резервным оборотным капиталом так же как и трудовая сила членов водопользователей, которая на 1/X—27 года может быть внесена в баланс ирригационного предприятия в потребном количестве, примерно, средним за ряд лет.

Определение себестоимости единицы воды. Определение себестоимости единицы воды есть основная задача всякого рационально построенного ирригационного хозяйства, которая должна иметь практический интерес с переводом систем на самоокупаемость.

В определении себестоимости единицы воды, как известно, имеют значение следующие основные элементы ирригационного хозяйства:

1. А—сумма различных расходных статей по системе;
2. Б—количество воды, выраженное в объемных единицах.

Делением А:В устанавливается фактическая себестоимость данному ирригационному предприятию одной объемной единицы воды. Однако, количество воды, каким располагает данное ирригационное предприятие, будет различно, в зависимости от того, в голове ли системы или непосредственно на полях она будет учитываться.

В то же время сумма отдельных расходных статей по системе (А) остается для данного года одной и той же. Отсюда себестоимость одной объемной единицы воды может быть определена как в голове системы, так и при непосредственной подаче ее на поля. В первом случае это будет стоимость одной объемной единицы воды «брутто», во втором случае—стоимость единицы воды «нетто».

Практическое значение будет иметь именно оплата воды «нетто», а не «брутто», так как величина воды, выливаемая на поля, определяет правильную водохозяйственную политику как в отношении водопользователей (клиентов), так и в отношении самого ирригационного предприятия.

Возвращаясь со своих клиентов производственные издержки по системе пропорционально поданному на поля количеству воды, оно, несомненно, будет заинтересовано в повышении коэффициента полезного действия системы. Следовательно, зная, с одной стороны, согласно установленного баланса воды, размер поступившей в район и потребленной культурами воды, и с другой стороны, величину фактических расходов на эксплуатацию в течение 1926-27 бюджетного года, мы имеем возможность определить удельную величину этих расходов, приходящихся на одну объемную единицу воды.

В результате стоимость одного м³. воды «брутто» выразится в 0,015 к. (99.486 06:642.823.620), а м³ воды «нетто»—в 0,038 коп. (99,486-06:263.008.408-40)¹.

Отсюда себестоимость ирригационному предприятию орошения одного концентрированного гектара, считая среднюю оросительную норму на один гектар (принимая фактическое соотношение культур сада, виноградника и поливного пара) в 8.232,77 м³., будет равна 3 руб. 13 коп. (8.232,77 × 0,038 коп.). В отдельности же себестоимость орошения каждой культуры, исходя из величины их оросительных норм, будет выражаться в следующих цифрах:

Себестоимость ирригационному предприятию орошения одного гектара различных культур в рублях.

Таблица 6.

Сада и вино-градн.	Леса	Зерно-вых	Хлопка	Риса	Люцерны	Пропаш-ных	Огород и бахчи	Проч.	Пара
1,08	1,08	0,82	2,11	6,80	2,09	1,75	0,77	1,24	0,65

Однако, при определении себестоимости орошения тех или иных культур ирригационному предприятию, с народно-хозяйственной точки зрения представляет большой практический интерес знать себестоимость той же единицы воды дехканскому хозяйству. В последнем случае она будет значительно выше себестоимости орошения ирригационному предприятию, так как в этом случае издержки населения на ирригацию со-

¹ Цифры 642.823.620 и 263.008.408—40 выражают: первая—поступление воды в описываемый нами район в м.³, вторая—потребленное количество воды—полезные потери. Поступление определено на основе данных гидрометрических наблюдений, производимых специально с этой целью в течение вегетационного периода 1927 года Янги-арыкским технико-экономическим отрядом. При исчислении же количества полезных потерь в основу приняты поливные и оросительные нормы, установленные при определении фактического гидромодуля по отводу Янги-арыка—Шишаке в 1918 году, которые были нами несколько исправлены в соответствии со сроками и количеством поливов различных культур, а также с фазами их вегетации, имевшими место в 1927 году.

ставляют несколько большую сумму. Так, например, в 1926-27 г. году они слагались из:

1. Водного налога на сумму в 43.606—22
2. Взносов в мелькооперацию 105.235—68
3. Затрат по натуральной повинности . 30.883—67
4. Затрат по ремонту хозяйственной
сети 86.998—03¹

Итого 266.723—60

Эта сумма в действительности и составляет расход населения на ирригацию.

Следовательно, в среднем удельная стоимость дехканскому хозяйству м³. воды, потребленного сельско-хозяйственными культурами, определится в 0,102 коп. Отсюда, исходя из оросительных норм, себестоимость дехканскому хозяйству орошения одного гектара различных культур будет следующая:

Себестоимость орошения дехканскому хозяйству одного гектара различных культур
в рублях

Таблица 7.

Сада и виноград.	Леса	Зерно- вых	Хлопка	Риса	Люцерны	Пропаш- ных	Огород и бахчи	Проч.	Пара
2,91	2,91	2,19	5,66	20,40	5,61	4,69	2,06	3,32	1,73

Средняя же стоимость одного концентрированного гектара определится в 8 руб. 40 коп. ($8.232,77 \times 0,102$).

Из сопоставления себестоимости единицы воды «нетто» ирригационному предприятию и дехканскому хозяйству, видим, что себестоимость единицы воды дехканскому хозяйству превышает стоимость ее ирригационному предприятию на 0,064 коп., а себестоимость орошения одного гектара на 5 руб. 27 коп., т.-е. почти в 3 раза.

Таблица 8.

№№ п/п	Себестоимость м. ³ воды «нетто» для	В копейках
1	Ирригац. предприятия	0,038
2	Дехканского хозяйства	0,102

Баланс доходности хо- При существующих условиях, как мы отмечали
зяйств района иррига- выше, исчисление финансовой доходности ирригаци-
ционного предприятия. онных систем необходимо производить, учитывая
народно-хозяйственное значение ирригации. Поэтому представляет инте-

¹ В затраты по ремонту хозяйственной сети также включены работы населения по малым отводам и распределителям, питающим участки отдельных мелких групп водопользователей. Эти работы не носят характера общественных работ, почему нами и были отнесены к указанной выше категории затрат.

рес выяснение размеров валовой и чистой доходности отдельных клиентов ирригационного предприятия, в данном случае дехканского населения, главным образом, для целей биологической промышленности—земледелия.

Кроме того, исчисление валовой и чистой доходности клиентуры ирригационного предприятия необходимо последнему не только в практических целях установления нормального для потребителя тарифа на воду, но также и в целях теоретического анализа платежеспособности населения, представление о которой необходимо иметь в случае каких-либо дополнительных вложений средств в ирригацию со стороны государства (при капитальном переустройстве, новом орошении).

На основании материалов о размерах доходности отдельных отраслей сельского хозяйства описываемого района, исчисленный нами суммарный баланс доходности сельского хозяйства для 1926-27 г. выражается в следующих цифрах.

Баланс доходности сельского хозяйства в рублях.

Таблица 9.

С.х. районы	От всех производственных отраслей			В том числе от земледелия		
	Валовой доход	Издержки производств. (без издерж. по с.-х. и водн. налог и взнос. в мелькооп.)	Условно чистый доход	Валовой доход	Из. ержки производств	Условно чистый доход
1	10.396.663—88	7.827.213-55	2.569.450-33	7.805.353-32	4.822.870-88	2.982.482 44
2	4.497.210—30	3.171.041-26	1.326.169-04	3.484.354-04	2.029.045-60	1.455.308 44
3	498.123—54	325.111-53	173.012 01	417.867 50	267.748-80	150.118 70
Всего	15.391.799-72	11.323.366 34	4.068.631-38	11.707.574-86	7.119.665 28	4.587.909-58

Как видно из таблицы, из общей суммы валового дохода от сельского хозяйства 76,06% составляет валовой доход от земледелия. Остальные 23,94% валового дохода от сельского хозяйства или 3.684.422—86 рублей составляют валовые доходы от животноводства, промысловых заработков и от переработки продуктов сельского хозяйства, которые для нас в данном случае интереса не представляют.

Следовательно, описываемый нами район по валовой продукции от сельского хозяйства в настоящее время является чисто земледельческим. Главную массу условно-чистого дохода (названного нами потому, что в числе производственных издержек населения не включены издержки по налогам и взносам в мелькооперацию) приносит земледелие, покрывающее убытки от прочих отраслей, как это имеет место по 1 и 2 с.-х. районам, где величина условно-чистого дохода от земледелия выше суммы условно-чистого дохода от всех отраслей сельского хозяйства.

Общая сумма условно-чистого дохода как от всех отраслей сельского хозяйства, так и от земледелия, нами исчислена без учета нижеследующих издержек населения: во-первых, по единому сельско-хозяйственному налогу, фактическая сумма которых в 1927 году, согласно данных Андижанского окружного финансового отдела, выразилась в сумме—147.153 руб. 93 коп., во-вторых, по водному налогу в сумме 43.606 руб. 22 коп. и, в-третьих, в уплате специальных взносов в ме-

лиоративные товарищества, исчисленных в сумме 105.235 руб. 68 коп. Итого в сумме—295.995 83 рублей.

Эти издержки как в общей сумме, так и в отдельности по отношению к валовому и условно-чистому доходу от всех производственных отраслей и от земледелия составляют следующий процент.

Таблица 10.

№№ по порядку	Наименование денежных издержек населения	Процентное отношение издержек населения по налогам и взносам к общей сумме			
		Валового дохода		Условно-чистого дохода	
		От всех производств. отрасл.	От землед.	От всех производств. отрасл.	От земледел.
		В %	В %	В %	В %
1	С.-х. налог	0,96	1,26	3,62	2,07
2	Водный налог	0,28	0,37	1,07	0,61
3	Взносы в мелькооперац.	0,68	0,90	2,59	1,48
	Итого	1,92	2,53	7,28	4,16

Удельная же величина стоимости налоговых издержек населения на один гектар эксплуатируемой площади выражается в следующем:

В ‰ к итогу:

Единого с.-х. налога 4 р. 54 коп. 77,15

Водного » 1 » 04 » 22,85

Итого . 5 р. 58 коп. 100‰

Кроме того, взносы населения в мелькооперацию на гектар той же эксплуатируемой площади составляют 3 руб. 25 коп. Следовательно, вся сумма денежных издержек населения по налогам и взносам на один гектар эксплуатируемой площади равна 8 руб. 83 коп., в то время как валовые и условно-чистые доходы от всех производственных отраслей и в частности от земледелия на один гектар той же площади составляют:

Таблица 11.

На один гектар эксплуатируемой площади приходится в среднем по району			
От всех производственных отраслей		От земледелия	
Валового дохода в рублях	Условно-чистого дохода в рублях	Валового дохода в рублях	Условно-чистого дохода в рублях
475,24	125,62	361,48	219,83

Эти издержки по отношению к валовому доходу от всех производственных отраслей, приходящегося на один гектар эксплуатируемой площади, выражаются в 1,86‰, к условно-чистому—7,03‰; к валовому доходу от земледелия—2,44‰ и к условно-чистому доходу—4,02‰.

Денежные расходы населения на ирригацию в среднем на один гектар эксплуатируемой площади равны 4 руб. 29 коп. К валовому доходу от всех производственных отраслей на один гектар они составляют 0,90%, к условно-чистому доходу—3,42%; к валовому доходу от земледелия—1,19%, а к условно-чистому—1,95%.

Что же касается денежных затрат на эксплуатацию систем, фактически имевших место в 1926-27 г., включая расходование средств и на капитальное строительство (дооборудование и переоборудование систем), то на один гектар эксплуатируемой площади они выразятся в 2 р. 70 к., без капитальных затрат в 2 руб. 18 коп.

В процентном отношении к величине различных видов дохода на гектар эксплуатируемой площади это составит в первом случае: к валовому доходу от всех производственных отраслей—0,57%, к условно-чистому—2,15%, к валовому доходу от земледелия—0,75% и к условно-чистому доходу от земледелия—1,23%; во втором случае: к валовому доходу от всех производственных отраслей—0,46%, к условно-чистому—1,74%; к валовому доходу от земледелия—0,60%, и к условно-чистому—0,54%.

Как мы знаем, в 1926-27 году денежный расход на эксплуатацию систем составляли:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------|
| 1. Средства водного налога в размере | 11.535 руб. 69 коп. |
| 2. Средства мелькооперации | 59.187 » 31 » |

Итого 70.723 руб. 00 коп.

Кроме того, на дооборудование и переоборудование систем в том же году было израсходовано из средств:

- | | |
|-----------------------------|-----------|
| 1. Водного налога | 97—50 |
| 2. Мелькооперации | 16.468—78 |

Итого 16.556—28

Всего 87.289—28 руб.

В то же время денежные издержки населения на ирригацию выражались в 148.841—90 руб.

Теперь представляет интерес установить величину этих денежных расходов на эксплуатацию систем и денежных издержек населения на ирригацию, приходящихся на один рубль налогового обложения.

Эту величину мы определяем в двух вариантах: во-первых, с учетом всех издержек населения и, во-вторых, считая только водный налог, приняв условно при этом расходуемый на эксплуатацию водный налог за средства госбюджета, подлежащие переложению на население.

Отсюда, согласно нижеприводимой таблицы, имеем:

Таблица 12.

В е л и ч и н а д е н е ж н ы х с р е д с т в			
Фактически израсходованных на эксплуатацию ирригационных систем		Израсходованных населением на ирригацию	
На один рубль налогового обложения			
Считая все налоговые издержки населения	Считая только водный налог	Считая все налоговые издержки населения	Считая только водный налог
0,37	2,28	0,78	6,12

Величина же фактических эксплуатационных расходов и расходов населения на ирригацию на один рубль чистого дохода от всех отраслей сельского хозяйства и отдельно от земледелия будет следующей:

Таблица 13.

Величина денежных средств							
Фактически истраченных на эксплуатацию ирригационных систем				Израсходованных населен. на ирригацию			
На один рубль							
Условно-чистого дохода		Чистого дохода		Условно-чистого дохода		Чистого дохода	
От всех производ. отрасл.	От земледелия	От всех производ. отрасл.	От земледелия	От всех производ. отрасл.	От земледелия	От всех производ. отрасл.	От земледелия
В копейках							
1,7	1,5	1,8	1,6	3,6	3,2	3,9	3,4

И, наконец, для ирригационного предприятия имеют значение нижеследующие показатели платежеспособности его клиентуры, какими являются размеры валовой и чистой доходности от сельского хозяйства и в отдельности от земледелия, приходящиеся на один м³. хозяйственно-потребленной воды.

Таблица 14.

№ по порядку.	Наименование систем	Валовая доходн. от производ. отрасл.	Чистая доходн. от производ. отрасл.	Валовая доходн. от земледелия	Чистая доходн. от земледелия
		На 1 м ³ хозяйственно-потребленной воды в копейках			
1	Системы пр. бер. р. Нарын	5,8	1,4	4,4	1,6

Таким образом, рассмотрение величины фактических эксплуатационных расходов, с одной стороны, и, с другой стороны, величины и характер средств, поступивших на покрытие издержек по эксплуатации систем, а также произведенный анализ платежеспособности населения, позволяют сделать нижеследующие выводы.

1. Денежные расходы на эксплуатацию описываемых систем в 1926-27 бюдж. году были полностью покрыты из средств населения.

2. Составляя 0,96% к валовому доходу от всех производственных отраслей и 3,66% к условно-чистому доходу, денежные издержки населения на ирригацию ни в коей мере нельзя признать высокими, а, наоборот, скорее низкими.

3. Однако, несмотря на это, они значительно превышают потребность в покрытии фактических расходов на эксплуатацию систем в описываемом районе. Последние составляют всего лишь только 47,5% ко всей сумме денежных издержек населения на ирригацию.

4. Такое несоответствие затрат на эксплуатацию особенно в отношении средств водного налога с издержками по нему населения, из которых 73,32% остаются в районе неизрасходованными, предполагает или неправильное исчисление ставок водного налога, или существование дефицитных систем в других районах, вызывающее необходимость повы-

шения водного налога. Насколько является более или менее верным то или иное предположение, сказать сейчас трудно. Однако, все же с большей уверенностью можно считать достоверным последнее предположение, имея в виду то обстоятельство, что в основу исчисления водного налога положен метод, применяемый при установлении ставок сельско-хозяйственного налога. Последний в некоторых районах, отражая действительное состояние сельского хозяйства, был, повидимому, значительно снижен, в то время как эксплуатационные расходы на ирригацию требовали больших затрат.

5. Поэтому население изучаемого нами района, покрывая полностью собственно эксплуатационные расходы не только по своим системам, но в известной мере и по некоторым дефицитным, принуждено оплачивать потребляемую им на орошение воду по значительно повышенному тарифу. Так, вместо 0,026 копейки за один м³ хозяйственно-потребленной воды оно платит 0,056 копейки, т. е. более, чем в два раза.

6. Наличие таких дефицитных систем заставляет изыскивать средства для покрытия по ним эксплуатационных расходов, путем увеличения тарифа за воду в тех районах, где имеет место высокая доходность сельского хозяйства, как это мы видим в частности в изучаемом нами районе.

7. Следовательно, есть полное основание предполагать, что в обследованном нами районе население, помимо оплаты, во-первых, собственно эксплуатационных расходов, во-вторых, расходов по некоторым дефицитным системам, оплачиваемых в порядке повышенного тарифа (из числа неизрасходованных в районе средств водного налога), и в-третьих, расходов по отчислению в амортизационный фонд (если принять за таковые остаточные суммы на 1/X-1-27 года из средств мелкооперации), еще кроме того вполне может иметь возможность погашать основные затраты государства на ирригацию и, тем самым, полностью покрывать при сохранении ставок сельско-хозяйственного налога все производственные издержки, связанные с искусственным орошением, что и находит свое подтверждение в приводимых исчислениях.

Построение нормального баланса ирригационного предприятия.

Выше мы условились рассматривать ирригационные системы, как ирригационные предприятия, управление которыми может иметь различные формы. При существующих условиях наиболее жизненными, по нашему мнению, являются из них три, а именно: 1) ирригационное предприятие находится под непосредственным управлением агентов Водного Хозяйства, 2) ирригационное предприятие целиком эксплуатируется на арендных началах кооперированным населением (Союзом мелиоративных товариществ; в дальнейшем, при осуществлении внутриселенного землеустройства—членами водно-земельных обществ) и 3) ирригационное предприятие имеет смешанное управление—в лице представителей Водного Хозяйства и населения.

Не вдаваясь подробно в изложение существа каждой из этих форм, необходимо отметить, что рациональность той или иной формы управления может быть оспариваема только на основе опыта.

Каждое такое ирригационное предприятие обязано иметь баланс, в котором должны отражаться все его доходные и расходные статьи.

Расходная часть баланса, повторяем, должна строиться в предположении необходимости покрытия тройкого вида издержек: а) собственно эксплуатационных, б) отчислений в амортизационный фонд и в) предусматривать погашение вложенного в ирригационные сооружения государством капитала.

Последняя статья расхода, как мы отмечали выше, хотя в практике и покрывается в порядке взимания сел.-хоз. налога, однако, при составлении нормального ирригационного баланса обязана быть принята во внимание. Если рассматривать по существу характер погашения средств, вложенных в ирригационное строительство, то для ирригационных предприятий, находящихся в управлении Водного Хозяйства, оно должно представлять собою амортизацию с той лишь разницей, что часть амортизационных отчислений не закрепляется за данным предприятием, а может быть расходуема государством по другому назначению. Установление размера амортизационных отчислений должно определяться из фактических сроков службы каждого сооружения. Таким образом, если годовая амортизация ирригационного имущества в целом составляет незначительный процент от построечной его стоимости, то в этом случае вполне допустимо повышение процента до пределов, установленных в государственной промышленности, т.-е. до 5%, считая начисляемый добавочный процент идущим на погашение основного капитала.

В тех же ирригационных предприятиях, управление которыми находится в руках кооперированного населения, передаваемые им в эксплуатацию ирригационные сооружения составляют для последних в таком случае арендуемое имущество.

Переходя теперь к составлению нормального (примерного) ирригационного баланса на основе данных технико-экономического изучения систем правого берега реки Нарын, следует отметить, во-первых, что взятое нами ирригационное предприятие условно рассматривается, как находящееся в непосредственном управлении агентов Водного Хозяйства, во-вторых, баланс его составляется по материалам 1926-27 г.,¹ при чем без вступительного баланса, имея в виду то, что при осуществлении перевода ирригационных систем на полный хозяйственный расчет, такие для первого года своего существования не будут иметь закрепленных за собою остаточных сумм от прошлого года. В данном случае предполагается, что государство на первые месяцы для производства оперативных работ ассигнует необходимые средства, в частности средства из оставшихся в кассе Наркомфина на 1 октября существующего ныне водного налога. Эти средства впоследствии должны покрыться из сумм водного обложения, установленного согласно вновь выработанных тарифов. Наконец, для исчисления амортизационного фонда, нами принята в расчет ежегодная амортизация (включая и инженерные сооружения, обслуживающие систему), выражающаяся в сумме 8.219-91 рубля, что составляет 2,05% к построечной стоимости последних (400.936 руб.).

Игнорирование же с нашей стороны туземных сооружений в отношении накопления для них восстановительного фонда объясняется, с одной стороны, тем, что в практике эксплуатации этих сооружений представляется весьма затруднительным расчленить капитальный и текущий ремонт; с другой стороны, большая часть туземных сооружений (кроме деревянных, преимущественно желобов) восстанавливается ежегодно полностью. Это обстоятельство, а также невысокая построечная их стоимость, приводит нас к выводу не производить по ним исчислений норм амортизации и устанавливать размеры ежегодных отчислений в амортизационный фонд, а ежегодно предусматривать необходимые средства для производства текущего ремонта и восстановления их, относя эти затраты к разряду собственно-эксплуатационных расходов.

¹ Материалы об израсходовании средств по указанным системам были получены на основе специального обследования, ставившегося Янги-арыкским технико-экономическим отрядом. При сравнении данных отряда с отчетами Водного округа и мелиоративных товариществ, оказалась существенная разница. В отчетах многие работы не были проведены, а попавшие не отражали действительного положения.

Стоимость очистки каналов, хотя и рассматривается нами как ремонт, полностью восстанавливающий «износ»—их амортизацию, в данном случае также относится к разряду собственно-эксплуатационных расходов, так как выполнение ее силами натуральной повинности будет производиться еще и в будущем, и, наконец, ежегодный размер погашения затраченных государством средств на постройку ирригационных сооружений нами принят в 3% от первоначальной их стоимости, который выразился в размере 12.023—07 руб. (от 400.936 руб.—3%). Три процента взяты были потому, что совместно с 2,05% фактической годовой амортизации инженерных сооружений как раз составили принятый в государственной промышленности средний годовой процент отчисления в амортизационный фонд (см. табл. 15).

Сопоставляя расходную и доходную части приводимого баланса с ирригационным бюджетом систем правого берега р. Нарын, видим, что расходная часть его осталась без изменения. Так, например, в частности затраты по содержанию эксплуатационного аппарата остались без изменения потому, что освобождающиеся средства по оплате содержания правлений мельтовариществ, примерно, составляют сумму, необходимую при новом управлении на содержание, с одной стороны, канцелярского и счетного аппарата и, с другой стороны, дополнительного штата технического персонала, потребность в котором увеличится с осуществлением для последнего нормальных нагрузок.

Средства, предназначенные для покрытия расходов по текущему ремонту (14.615—86 руб.), остались также без изменения, так как они почти целиком расходуются в связи с восстановлением ежегодно разрушающихся туземных сооружений. Оставлены без изменения и средства натуральной повинности. Потребность в них в большей части связана с производством очистки наносов.

Количество единиц натуральной повинности на очистку каналов в первые годы управления ирригационными предприятиями едва ли возможно будет снизить, так как замена ее наемными рабочими, по всей вероятности, не будет стоить дешевле.

Таким образом, выходит, что увеличение расходной части баланса выразилось всего только в сумме, составляющей отчисления в амортизационный фонд (8.219—19 руб.) и фонд погашения (12.028—07 руб.), т.-е. в 20.247 руб. 25 коп., или на 17,13% к общей сумме фактических затрат на эксплуатацию 1926-27 года (118.172—95 руб., согласно технического отчета), включая сюда расходы по дооборудованию и переоборудованию систем (капитальное строительство).

Приводимый баланс ни кредитового, ни дебетового сальдо не имеет, что вполне понятно, так как нами преследовалась цель изобразить нормальный бюджет ирригационного предприятия, где основным потребителем воды является дехкан, берущий воду исключительно на нужды орошения.

Правда, нами не отмечена роль мелкой туземной промышленности—вододействующих предприятий, в виде мельниц—тегерменей, и крупорушек (толчей)—адживасов. В практике мелиоративных товариществ эта группа потребителей воды, как использующая, главным образом, ее механическую энергию, выделена в особый разряд плательщиков. С каждого постава или песта норма сбора ими устанавливалась в 5 руб., что в среднем за 1926-27 г. составило 3.055 руб.¹.

¹ В пределах обследованного района, по данным специального учета, туземных вододействующих предприятий насчитывалось в 1926-27 г.: мельниц 165 шт. с 189 действующими по ним поставами и крупорушек (толчей) 108 шт. с 422 действующими по ним пестами.

Затем нами не предусмотрены случаи потребления воды для нужд города (водопровод, поливка улиц), крупных промышленных предприятий, имеющих турбинные установки, и железной дороги (водокачки).

Все эти вопросы имеют непосредственное отношение к установлению норм тарифа на воду, каковой вопрос является предметом специальной проработки и в наше задание в свое время не входил. Кстати следует отметить, что материал технико-экономического изучения систем правого берега р. Нарын вполне позволяет осветить вопрос с установкой методов расчета ставок обложения за воду (дифференцированного водного тарифа).

И, наконец, приводимый нами нормальный баланс ирригационного предприятия, построенный на основе фактических материалов, полученных при обследовании систем правого берега р. Нарын и, кроме того, являющийся отражением почти всех издержек, могущих встретиться в практике ирригационного предприятия, представляет интерес для нас еще и потому, что может быть сравним с результатами анализа фактического бюджета указанных систем за 1926-27 год. Это позволяет нам установить, насколько дополнительные издержки ирригационного предприятия систем правого берега р. Нарын отразились на величине условно-чистого дохода хозяйств описываемого района. Для этой цели достаточно только определить, какой процент составляют эти дополнительные издержки (20.247—27 руб.) к величине всех денежных издержек населения на ирригацию (148.841—90 руб.). Оказывается, что они равны 13,60% и с учетом собственно-ирригационных (денежных) расходов в общем составляют всего 72,24% к фактическим денежным затратам населения на ирригацию.

Следовательно, с введением их на подобных системах не только не следует опасаться увеличения по ним существующих издержек населения на ирригацию, но и даже увеличения ставок водного налога. В этом случае дополнительные издержки населения на 36,68% не покрывают собою даже остаточных сумм водного налога, расходуемых на эксплуатацию дефицитных систем (31.973—03 руб.).

Поэтому, можно с уверенностью считать, что перевод подобных систем на полный хозяйственный расчет не вызовет собою со стороны населения обременительных затрат на ирригацию, и практически вопрос самоокупаемости ирригационных систем может быть вполне осуществим, даже при наличии ряда дефицитных в финансовом отношении систем.

Выводы.

Изложенные нами выше соображения относительно возможности перевода ирригационных систем на полный хозяйственный расчет позволяют нам сделать ряд нижеследующих практических выводов:

1. Перевод ирригационных систем на полный хозяйственный расчет предварительно требует выяснения стоимости основного капитала ирригационных сооружений, а также величины потребного амортизационного фонда.

2. Получение этих данных связано с проведением инвентаризации ирригационных систем—работы двух трех лет.

3. Сложность перевода ирригации на хозяйственный расчет, особенно в отношении установления правильного дифференцированного тарифа за воду и выявления отражения его на потребителе, заставляет ограничиться на первое время переводом незначительного числа систем в порядке опыта.

4. Необходимость такого опыта, по нашему мнению, едва ли кем может быть оспариваема уже потому, что полученный на основе его результат дает возможность избежать ошибок в будущем, при массовом переводе ирригационных систем на самоокупаемость.

5. Однако, надо иметь в виду, что перевод ирригационных систем на хозяйственный расчет должен преследовать не только цель возврата затрачиваемых средств на ирригацию, но и способствовать достижению рационализации ирригационного хозяйства в целом.

6. Это обстоятельство подсказывает нам необходимость совмещения перевода выбранных для опыта систем с постановкой на них нормальных условий для эксплуатации, которые могли бы придать последним *показательный характер*.

7. Считая такое сочетание опыта вполне практически возможным и целесообразным, рекомендуем для осуществления его остановиться на нескольких типовых системах.

8. При выборе систем, помимо типового характера их, должно быть принято во внимание и то обстоятельство, чтобы часть из них состояла в эксплуатации мелиоративной кооперации, а часть в ведении агентов Водного Хозяйства, преследуя этим цель не только выявления степени пригодности посистемного управления ирригацией, но и разрешения вопроса, насколько та или другая форма управления ирригационными предприятиями наиболее рациональна.

9. По каждой выбранной системе необходимо произвести нижеследующие мероприятия:

а) инвентаризацию и техническое описание ирригационных сооружений с целью выявления размера стоимости их и установления норм амортизации (для расчетов на первое время могли бы служить нормы амортизации, установленные по ирригационным сооружениям Янги-арыкской системы);

б) определить точно клиентуру и тщательно проверить состав земельного фонда и его распределение по угодьям, пользуясь последним плановым материалом;

в) за предшествующий бюджетный год составить ирригационный баланс, по нему определить потребность в ежегодных денежных поступлениях и разработать дифференциальные тарифы за отпускаемую воду, сообразуясь с доходностью дехканского хозяйства, его платежеспособностью и с возможным понижением развития тех или иных культур.

10. В целях же обеспечения за указанными системами нормальной их эксплуатации, произвести по ним возможные мероприятия, связанные как с рационализацией управления системами, так и водопользования, в частности:

а) обеспечить опытно-показательные системы потребным количеством работников технического и низшего персонала;

б) поставить последних в нормальные жизненные условия;

в) районировать территорию этих систем и распределить технический и низший персонал по установленным водным участкам;

г) обеспечить управление опытно-показательными системами телефонной сетью;

д) построить соответственно необходимые ирригационные сооружения, могущие вполне обеспечить гарантированную подачу воды потребителю;

е) разработать организационный план каждого предприятия (планы водопользования и планы строительных работ);

ж) поставить учет производимых работ, обеспечивающий получение точных данных;

з) указанные соображения подробно разработать с таким расчетом, чтобы имелась полная возможность их осуществить в предстоящем оперативном году.

Инженер Б. А. Мацман.

О формах поверхности жидкости, вытекающей из-под щита в лоток.

§ 1. Если струя воды под постоянным напором H (рис. 1) вытекает из прямоугольного вертикального донного отверстия, ширина которого равна b_0 , а высота — a , в прямоугольный лоток той же ширины $b_2 = b_0$, то глубина воды в наиболее сжатом сечении струи с—с равна h_c , сопряженная с нею глубина — h'_c , критическая глубина $h_{кр.}$ и бытовая глубина лотка — h_2 определяются в зависимости от погонного расхода струи q_c из следующих общеизвестных уравнений:¹⁾

$$h_c = \frac{q_c}{\varphi \sqrt{2g(H-h_c)}} = f_c(q_c) \quad \dots \quad (1)$$

$$h'_c = 0,5h_c \left[\sqrt{1 + \frac{8q_c^2}{gh_c^3}} - 1 \right] = f'_c(q_c) \quad \dots \quad (2)$$

$$h_{кр.} = \sqrt[3]{\frac{\alpha q_c^2}{g}} = f_{кр.}(q_c) \quad \dots \quad (3)$$

$$h_2 = f_2(q_c) \quad \dots \quad (4)$$

Величина открытия щитового отверстия определится из уравнения

$$h_c = \varepsilon_1 \cdot a_0, \quad \dots \quad (5)$$

в котором ε_1 — коэффициент сжатия струи по глубине в сечении с—с.

Ширина струи в зависимости от ширины отверстия b_0 и коэффициента бокового сжатия струи — ε_2 найдется из уравнения

$$b_c = \varepsilon_2 b_0 \quad \dots \quad (6)$$

Расход струи равен тогда $Q = q_c \cdot b_c \quad \dots \quad (7)$

Скорость воды в сечении струи с—с определится из уравнения

$$v_c = \frac{Q}{h_c \cdot b_c} = \frac{Q}{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot a \cdot b_0} = \frac{q_c}{h_c} \quad \dots \quad (8)$$

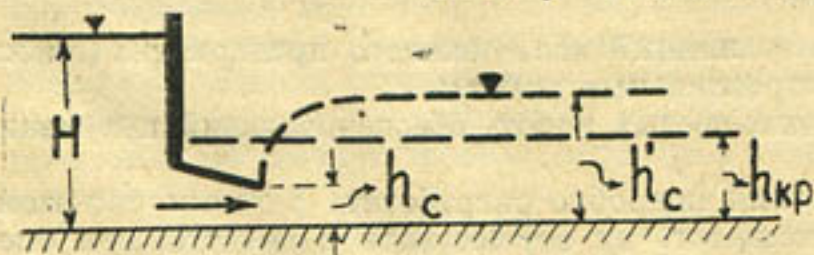


Рис. 1.

§ 2. При постоянном напоре H истечение незатопленной струи будет происходить при расходах воды q_c в пределах от $q_c = 0$ до $q_c = q_{\max}$, т.е. до момента, при котором явление истечения незатопленной струи

¹⁾ См., например, труды проф. Б. А. Бахметьева.

из отверстия переходит в явление незатопленного водослива с широким порогом.

Для этого момента имеем, как то известно из гидравлики, уравнение

$$h_e = h_{кр.} \quad (9)$$

и на основании у-ний (2) и (3) получаем

$$h'_e = h_{кр.} \quad (10)$$

Следовательно, для кривых, данных уравнениями (1), (2) и (3) и отнесенных к системе прямоугольных координат, на оси ординат которых отложены расходы q_e , а на оси абсцисс глубины h_e , h'_e , $h_{кр.}$, имеем две общих точки, а именно: первая точка, это—начало кривых в точке ($q_e = 0, h_e = h_{кр.} = h'_e = 0$), совпадающей с началом координат; вторая точка, это—пересечение кривых в одной точке ($q_e = q_{max}, h_e = h_{кр.} = h'_e$). Так как при незатопленной струе в пределах от $q_e = 0$ до $q_e = q_{max}$ мы всегда имеем для сечения струи с—с неравенство

$$h_e < h_{кр.} < h'_e \quad (11)$$

то кривая $h_{кр.} = f_{кр.}(q_e)$ должна пройти между кривыми $h_e = f_e(q_e)$ и $h'_e = f'_e(q_e)$.

Следовательно, кривые, выраженные уравнениями (1), (2) и (3), дают четыре зоны в плоскости координат. Первая зона ограничена осью ординат, прямой $q_e = q_{max}$ и кривой $h_e = f_e(q_e)$; вторая зона—кривыми $h_e = f_e(q_e)$ и $h_{кр.} = f_{кр.}(q_e)$; третья зона—кривыми $h_{кр.} = f_{кр.}(q_e)$ и $h'_e = f'_e(q_e)$; четвертая зона—кривой $h'_e = f'_e(q_e)$, прямой $q_e = q_{max}$ и осью абсцисс (рис. 2).

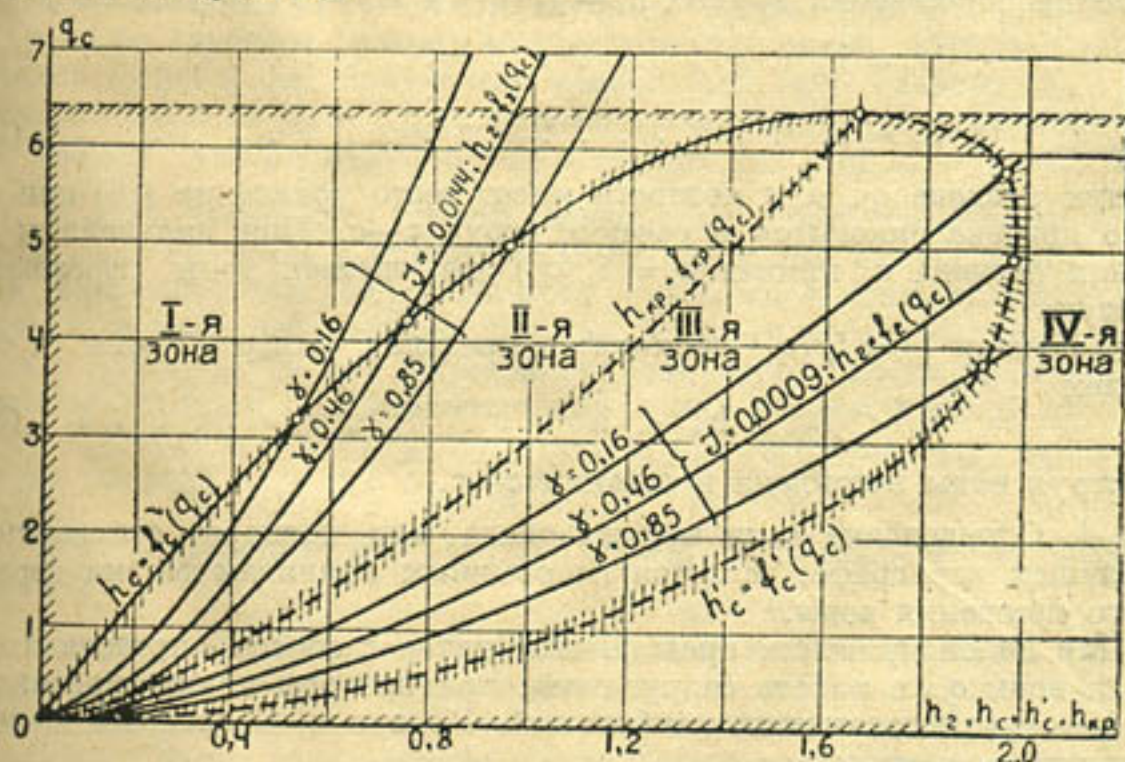


Рис. 2.

§ 3. В зависимости от условий бытового режима лотка, которые характеризуются уравнением (4), струя воды, вытекающая из отверстия в лоток, может быть затопленной и незатопленной. Незатопленная струя может быть с прыжком и без прыжка. Отнесем кривую расхода воды, данную уравнением (4), к системе прямоугольных координат, к которым ранее были отнесены кривые, данные уравнениями (1), (2) и (3).

При этом соответственно числу зон могут быть следующие четыре случая:

а. Кривая $h_2 = f_2(q_c)$ проходит в пределах первой зоны, и тогда имеем

$$h_2 < h_c < h_{кр} < h'_c \dots \dots \dots (12)$$

Струя в этом случае не затоплена, и глубина ее h_c сопрягается с глубиной воды в лотке h_2 кривой спада.

б. Кривая $h_2 = f_2(q_c)$ проходит в пределах второй зоны, и тогда получаем

$$h_c < h_2 < h_{кр} < h'_c \dots \dots \dots (13)$$

Струя не затоплена, и глубина ее h_c сопрягается с бытовой глубиной лотка h_2 кривой подпора без прыжка, как то известно из гидравлики. Для точки пересечения кривых $h_2 = f_2(q_c)$ и $h_c = f_c(q_c)$ имеем $h_c = h_2$. Эта точка является местом перехода кривой $h_2 = f_2(q_c)$ при дальнейших увеличениях расхода q_c из второй зоны в первую, т.-е. кривая подпора воды в лотке сменится кривой спада от глубины h_c к глубине h_2 .

в. Кривая $h_2 = f_2(q_c)$ проходит в пределах третьей зоны, и тогда получаем условие

$$h_c < h_{кр} < h_2 < h'_c \dots \dots \dots (14)$$

т.-е. струя не затоплена и имеет прыжок. На протяжении струи от глубины h_c до глубины h_1 , сопряженной с глубиной h_2 , будем иметь кривую подпора, а от глубины h_1 до глубины h_2 — прыжок, так как

$$h_1 < h_{кр} < h_2 \dots \dots \dots (15)$$

Для точки пересечения кривых $h_2 = f_2(q_c)$ и $h'_c = f'_c(q_c)$ имеем условия

$$h'_c = h_2 \dots \dots \dots (16)$$

или

$$h_c = h_1 \dots \dots \dots (17)$$

т.-е. при расходе q_c , для которого имеет место уравнение (16) или (17), начало прыжка находится в сечении струи с—с. При дальнейшем возрастании расхода q_c кривая $h_2 = f_2(q_c)$ из третьей зоны переходит в четвертую.

г. Кривая $h_2 = f_2(q_c)$ проходит в пределах четвертой зоны, и тогда получаем

$$h_c < h_{кр} < h'_c < h_2 \dots \dots \dots (18)$$

т. е. струя воды затоплена в сечении с—с.

§ 4. Определение длин кривых спада или подпора, отмеченных в предыдущем параграфе, делается по обычным правилам теории неравномерного движения воды.¹

Для целей практики представляет интерес способ определения того расхода воды $q_{кр.}$ в работе сооружения, при котором длина кривой подпора $l_2 = F_2(q_c)$ получается наибольшей. Уравнение Бресса для определения длины l_2 следующее:

$$l_2 = \frac{h_1}{I} \left\{ \eta_{12} - \eta_{11} - (1 - j) \left[f(\eta_{12}) - f(\eta_{11}) \right] \right\} = F_2(q_c) \dots \dots (19)$$

Для него приняты обозначения:

I — уклон дна лотка;

¹ Проф. Н. Н. Павловский «Гидравлический справочник», Изд. 1924 г.

η_2 —отношение глубины кривой подпора в конце ее h_1 к бытовой глубине h_2 ;

η_1 —отношение глубины кривой подпора в начале ее h_c к бытовой глубине h_2 ;

$$j = \frac{\alpha I C_{\text{ср.}}}{g} \cdot \frac{b_2}{P_{\text{ср.}}}; \quad \dots \dots \dots (20)$$

$P_{\text{ср.}}$ —смоченный периметр для глубины $h_{\text{ср.}} = 0,5 (h_c + h_1)$;

$C_{\text{ср.}}$ —коэффициент Шези, вычисленный для сечения лотка с глубиной воды, равной $h_{\text{ср.}} = 0,5 (h_c + h_1)$. Пользуясь затем уравнением (19) в зависимости от переменной величины расхода q_c при постоянном напоре H , сможем построить кривую $l_2 = F_2(q_c)$ для лотка прямоугольного сечения с постоянным для всех расходов воды коэффициентом шероховатости ложа и с постоянным уклоном дна его. Изменяя величину коэффициента шероховатости ложа лотка, получим ряд новых кривых $l_2 = F_2(q_c)$. На основании полученных таким образом кривых $l_2 = F_2(q_c)$ мною установлены следующие положения для определения расхода воды $q_{\text{ср.}}$, при котором длина кривой подпора 2-й или 3-й зоны будет наибольшей.

а. Положение для третьей зоны. Если при постоянном напоре H струя воды вытекает из прямоугольного отверстия в прямоугольный лоток той же ширины с постоянным коэффициентом шероховатости ложа и если при этом глубина струи h_c в наиболее сжатом сечении ее с—с менее критической глубины $h_{\text{кр.}}$ лотка, то при бытовой глубине воды в лотке h_2 , большей критической глубины, длина кривой подпора от глубины h_c до глубины h_1 или, иначе говоря, длина отгона прыжка от сечения струи с—с, получается наибольшей при расходе $q_{\text{ср.}}$, равном половине расхода $q_c = 2 q_{\text{ср.}}$, при котором прыжок получается в наиболее сжатом сечении струи с—с, т.-е. при условии $h_c = h_1$ или $h'_c = h_2$.

б. Положение для второй зоны. Если при постоянном напоре H струя воды вытекает в прямоугольный лоток той же ширины с постоянным коэффициентом шероховатости его ложа и если при этом глубина струи h_c в наиболее сжатом сечении ее с—с менее бытовой глубины воды в лотке h_2 , то при бытовой глубине воды в лотке h_2 , меньшей критической глубины $h_{\text{кр.}}$, максимальная длина кривой подпора от глубины h_c до глубины $h_1 = 0,99 h_2$ получается при расходе $q_{\text{ср.}}$, равном двум третям расхода $q_c = 1,5 q_{\text{ср.}}$, при котором $h_c = h_2$.

§ 5. Положение для третьей зоны основывается на следующих подсчетах.

Ширина прямоугольного лотка $b_2 = 20$ м., уклон дна его $I = 0,0009$. Струя вытекает из прямоугольного отверстия, ширина которого $b_0 = 20$ м. Высота отверстия a , может изменяться в зависимости от величины пропускаемого через него расхода воды. Истечение из отверстия различных по величине расходов воды происходит при одном и том же напоре $H = 2,5$ м. Коэффициент бокового сжатия струи в нашем примере равен $\varepsilon = 1$, и тогда

$$b_c = \varepsilon_2 \cdot b_0 = b_2 = 20 \text{ м.} \quad \dots \dots \dots (21)$$

На основании уравнений (1), (2), (3) и (4) составляем следующую таблицу.

Таблица 1.¹

q_c	0,5	1	2	3	4	5	6	6,4
h_c	0,08	0,16	0,32	0,50	0,71	0,96	1,30	1,66
$h_{кр.}$	0,30	0,48	0,77	1,01	1,22	1,41	1,59	1,66
h'_c	0,78	1,10	1,50	1,80	1,93	1,98	1,93	1,66

По данным этой таблицы построены на рис. 2 кривые $h_c = f_c(q_c)$, $h_{кр.} = f_{кр.}(q_c)$ и $h'_c = f'_c(q_c)$.

Для построения кривой $h_2 = f_2(q_c)$ при различных коэффициентах шероховатости γ составляем таблицу 2.

Таблица 2.

h_2	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
Q при $\gamma = 0,16$	4,8	14,6	27,0	42,8	59,2	78,5	98,5	120,0
Q » $\gamma = 0,46$	3,3	10,8	21,2	33,6	47,7	64,0	81,0	99,5
Q » $\gamma = 0,85$	2,4	8,1	16,2	26,4	37,8	51,5	65,7	81,0

Пользуясь кривыми $h_2 = f_2(q_c)$ и ранее приведенными уравнениями, составляем следующие таблицы.

Таблица 3.

П р и $\gamma = 0,16$									
q_c	h_2	j	h_1	r_2	r_1	$f(r_2)$	$f(r_1)$	l_2	Примечание
0,5	0,40	0,373	0,22	0,550	0,200	-0,0293	-0,4342	51,0	$h_c < h_1$
1,0	0,61	0,428	0,37	0,606	0,262	0,0400	-0,3414	85,5	»
2,0	0,95	0,472	0,62	0,653	0,337	0,1029	-0,2544	129,0	»
3,0	1,26	0,489	0,82	0,635	0,397	0,0783	-0,2012	133,0	»
4,0	1,52	0,500	0,96	0,630	0,467	0,0716	-0,1250	110,0	»
5,0	1,77	0,505	1,11	0,628	0,542	0,0688	-0,0390	65,0	»
5,8	1,96	—	1,22	—	—	—	—	0,0	$h_c = h_1$

¹ Все вычисления при составлении этой и последующих таблиц сделаны на счетной линейке.

Таблица 4.

П р и $\gamma = 0,46$									
q_c	h_2	j	h_1	γ_2	γ_1	$f(\gamma_2)$	$f(\gamma_1)$	l_2	Примечание
0,5	0,47	0,146	0,18	0,383	0,170	-0,2160	-0,4344	13,6	$h_c < h_1$
1,0	0,72	0,189	0,30	0,417	0,222	-0,1798	-0,3820	24,0	"
2,0	1,13	0,242	0,50	0,443	0,283	-0,1515	-0,3200	40,0	"
3,0	1,45	0,274	0,67	0,462	0,345	-0,1305	-0,2560	42,0	"
4,0	1,75	0,295	0,82	0,469	0,405	-0,1228	-0,1926	29,2	"
4,9	1,98	—	0,93	—	—	—	—	0,0	$h_c = h_1$

Таблица 5.

П р и $\gamma = 0,85$									
q_c	h_2	j	h_1		γ_1	$f(\gamma_2)$	$f(\gamma_1)$	l_2	Примечание
0,5	0,56	0,059	0,13	0,232	0,143	-0,3719	-0,4615	2,8	$h_c < h_1$
1,0	0,86	0,089	0,23	0,268	0,186	-0,3353	-0,4183	5,25	"
2,0	1,30	0,126	0,41	0,316	0,246	-0,2861	-0,3578	10,8	"
3,0	1,66	0,146	0,56	0,338	0,301	-0,2633	-0,3015	8,1	"
3,8	1,92	—	0,66	—	—	—	—	0,0	$h_c = h_1$

По данным таблиц 3, 4, 5 построены на рис. 3 кривые $l_2 = F_2(q_c)$. Из рассмотрения этих кривых и таблиц непосредственно и вытекает приведенное выше положение для третьей зоны.

§ 6. Положение для второй зоны основывается на непосредственных подсчетах, сделанных по схеме подсчетов, приведенных в § 5. Пусть имеем лоток прямоугольного сечения шириною $b_2 = 20$ м. с уклоном дна равным $I = 0,0144$. В этот лоток под постоянным напором в 2,5 м. через прямоугольное отверстие, высота которого в зависимости от расхода воды может меняться, вытекает струя воды. Ширина отверстия равна ширине лотка. Для этого случая остаются в силе данные таблиц 1, как зависящие

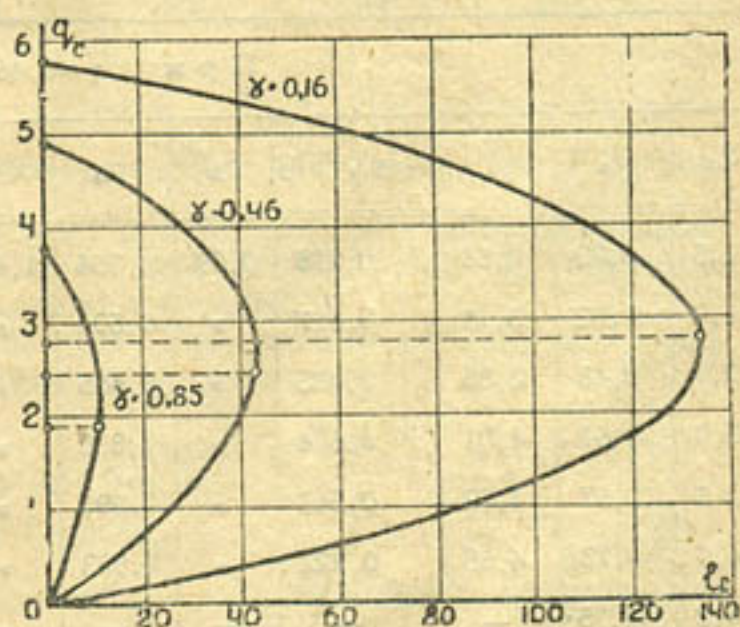


Рис. 3.

только от величины расхода q_c . Составляем таблицу 6, характеризующую бытовой режим лотка при различных коэффициентах шероховатости его ложа.

Таблица 6.

h_2	0,10	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
Q при $\gamma=0,16$	4,39	19,3	58,6	109,5	170,0	—	—
Q » $\gamma=0,46$	2,52	13,2	43,4	84,9	134,0	—	—
Q » $\gamma=0,85$	1,8	9,4	33,0	64,6	106,4	151,3	—

На основании данных табл. 7 на рис. 2 построены кривые $h_2=f_2(q_c)$. При помощи кривых на рис. 2 и приведенных выше уравнений составляем следующие таблицы:

Таблица 7.

П р и $\gamma=0,16$									
q_c	h_2	j	$h_1=0,99h_2$	γ_2	γ_1	$f(\gamma_2)$	$f(\gamma_1)$	l_2	Примечание
0,5	0,16	5,66	0,159	0,99	0,500	1,4125	-0,0878	83,12	$h_c < h_2$
1,0	0,25	6,51	0,247	»	0,640	»	0,0851	133,0	»
2,0	0,40	7,30	0,396	»	0,800	»	0,3459	192,0	»
2,5	0,45	7,50	0,446	»	0,890	»	0,5785	172,5	»
3,0	0,51	7,66	0,505	»	0,982	»	1,2139	47,1	»
3,15	0,53	—	—	—	—	—	—	0,0	$h_c = h_2$

Таблица 8.

П р и $\gamma=0,46$									
q_c	h_2	j	$h_1=0,99h_2$	γ_2	γ_1	$f(\gamma_2)$	$f(\gamma_1)$	l_2	Примечание
0,5	0,22	2,51	0,218	0,99	0,364	1,4125	-0,2357	47,6	$h_c < h_2$
1,0	0,32	3,10	0,317	»	0,500	»	-0,0878	80,9	»
2,0	0,48	3,85	0,475	»	0,666	»	0,1211	133,4	»
3,0	0,61	4,31	0,604	»	0,820	»	0,3886	150,6	»
3,5	0,67	4,52	0,663	»	0,896	»	0,5976	130,5	»
4,0	0,73	4,68	0,722	»	0,973	»	1,0757	63,6	»
4,2	0,75	—	—	—	—	—	—	0,0	$h_c = h_2$

Таблица 9.

П р и $\gamma=0,85$									
q_c	r_2	j	$h_1=0,99h_2$	γ_{12}	γ_{11}	$f(\gamma_{12})$	$f(\gamma_{11})$	l_2	Примечание
0,5	0,25	1,227	0,247	0,99	0,320	1,4125	-0,2819	18,3	$h_c < h_2$
1,0	0,37	1,672	0,366	»	0,432	»	-0,1634	41,6	»
2,0	0,56	2,188	0,554	»	0,572	»	-0,0026	81,5	»
3,0	0,72	2,560	0,713	»	0,695	»	0,1632	112,1	»
4,0	0,85	2,814	0,842	»	0,836	»	0,4256	114,8	»
4,5	0,90	2,944	0,891	»	0,912	»	0,6607	97,5	»
5,0	0,96	—	—	—	—	—	—	0,0	$h_c = h_2$

По данным таблиц 7, 8, 9 на рис. 4 построены кривые $l_2 = F_2(q_c)$. Из рассмотрения таблиц и кривых непосредственно и вытекает положение, данное выше для второй зоны.

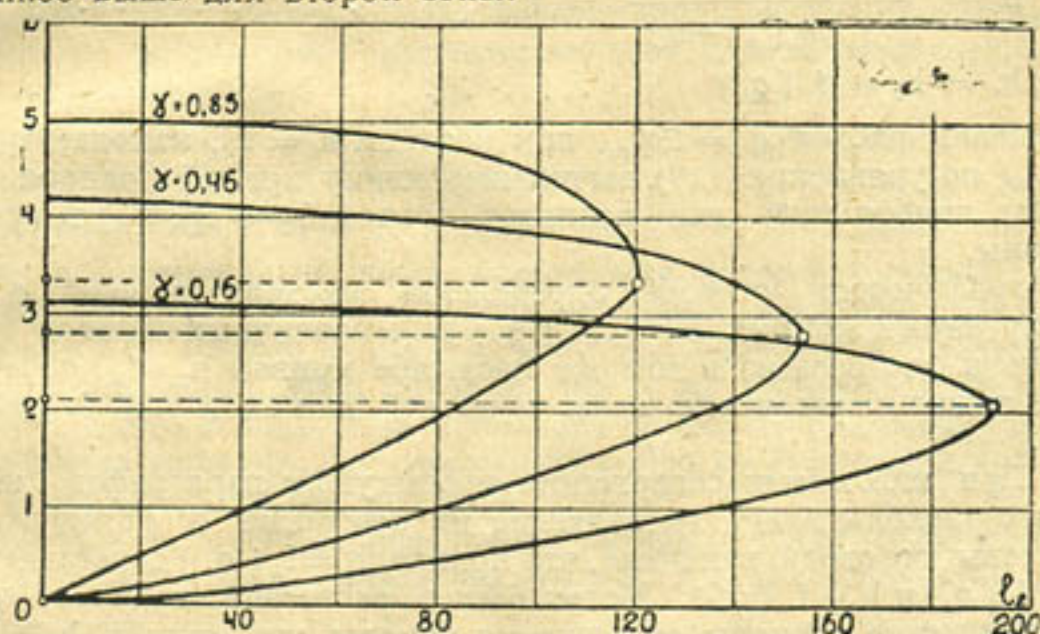


Рис. 4.

§ 7. В случае прохождения кривой $h_1 = f_1(q_c)$ во второй зоне величина расхода $q_{cp} = \frac{2}{3} q_c$, при котором длина кривой подпора l_2 от глубины h_c до глубины $h_1 = 0,99 h_2$ будет наибольшей, определяется согласно положения, данного в § 4 для второй зоны. Определение q_{cp} возможно сделать аналитическим или графическим способом.

При аналитическом способе для определения расхода $q_c = 1,5 q_{cp}$ необходимо решить систему следующих уравнений:

$$h_c = \frac{q_c}{\varphi \sqrt{2g(H - h_c)}} = f_c(q_c) \quad \dots \quad (22)$$

$$h_c = h_2 = f_2(q_c) \quad \dots \quad (23)$$

Определив расход q_c , при котором $h_c = h_2$, находим $q_{cp} = \frac{2}{3} q_c$. Для расхода q_{cp} по уравнению (19) вычисляем длину кривой подпора l_2 , ко-

торая и будет наибольшей для расходов кривой $h_2 = f_2(q_c)$ в пределах второй зоны.

При графическом способе определение расхода $q_c = 1,5 q_{cp}$ сводится к построению кривых $h_2 = f_2(q_c)$ и $h_c = f_c(q_c)$.

Точка пересечения этих кривых даст расход $q_c = 1,5 q_{cp}$, при котором $h_c = h_2$. Для того, чтобы каждый раз не строить кривой $h_c = f_c(q_c)$, необходимо иметь под рукой кривые $h_c = f_c(q_c)$, построенные для различных напоров H . В этом случае расчет сводится к построению лишь кривой $h_2 = f_2(q_c)$ в том же масштабе, в котором построены кривые $h_c = f_c(q_c)$, и к определению точки пересечения этих кривых, для которой $h_c = h_2$ и $q_c = 1,5 q_{cp}$.

§ 8. В случае прохождения кривой $h_2 = f_2(q_c)$ в третьей зоне величина расхода q_{cp} , при котором длина кривой подпора от глубины h_c до глубины h_1 будет наибольшей, находится согласно положения, данного в § 4 для третьей зоны.

При аналитическом способе для вычисления расхода $q_c = 2q_{cp}$ необходимо решить систему уравнений:

$$h'_c = 0,5 h_c \left[\sqrt{1 + \frac{8\alpha q_c^2}{gh_c^3}} - 1 \right] = f'_c(q_c) \quad \dots \quad (22)$$

$$h_c = \frac{q_c}{\varphi \sqrt{2g(H-h_c)}} = f_c(q_c) \quad \dots \quad (23)$$

$$h'_c = h_2 = f_2(q_c) \quad \dots \quad (24)$$

Определив расход $q_c = 2q_{cp}$, при котором $h'_c = h_2$, находим q_{cp} . Для расхода q_{cp} по уравнению (19) вычисляем длину кривой подпора l_2 , которая будет наибольшей для расходов кривой $h_2 = f_2(q_c)$ в пределах третьей зоны.

При графическом способе определение расхода $q_{cp} = 0,5 q_c$, при ранее построенных кривых $h'_c = f'_c(q_c)$ для различных напоров H , сводится лишь к построению в том же масштабе кривой $h_2 = f_2(q_c)$ и к нахождению точки пересечения этих кривых, для которой $h'_c = h_2$ и $q_c = 2q_{cp}$.

§ 9. При изложении содержания предыдущих параграфов имелось в виду, что расходы воды, вытекающие из отверстия в прямоугольный лоток, таковы по своей величине, что кривая $h_2 = f_2(q_c)$ пересекает кривые $h_c = f_c(q_c)$ и $h'_c = f'_c(q_c)$. Могут быть в расчетной практике случаи, когда фактические расходы сооружения таковы, что кривая $h_2 = f_2(q_c)$ обрывается в пределах 2-й или 3-й зоны, не пересекая кривых $h_c = f_c(q_c)$ или $h'_c = f'_c(q_c)$.

В таких случаях для определения расхода q_{cp} необходимо кривую $h_2 = f_2(q_c)$ продолжить построением в условиях бытового режима лотка до пересечения с упомянутыми выше кривыми. Если в этом случае действительный максимальный расход сооружения более q_{cp} , то фактическая максимальная длина кривой подпора 2-й и 3-й зоны будет при найденном q_{cp} . Если же действительный максимальный расход сооружения менее найденного q_{cp} , то фактическая максимальная длина кривой подпора 2-й и 3-й зоны будет при максимальном действительном расходе сооружения.¹

¹ Настоящая статья в отношении содержания §§ 2, 3, 6, 7, 9 является дополнением, а в отношении содержания § 6 и сделанного на основе его вывода (§ 4)—исправлением моей статьи «Гидравлический расчет нижнего бьефа сооружений», помещенной в № 2 журнала «Вестник Ирригации» за 1928 год. Остальные параграфы настоящей статьи (§§ 1, 5, 8) приведены мною в целях ясности изложения и законченности ее.

Инженер Н. И. Хрусталева.



План механизации земляных работ на Волго-Донском канале.

В настоящее время закончено составление предварительного проекта Волго-Донской водной магистрали, заключающего в себе и план производства работ, в составлении которого автор настоящей статьи принимал ближайшее участие в 1927—29 г.г. Постройка водной магистрали от г. Красноармейска на Волге (б. Сарепта) до г. Ростова на Дону требует выполнения весьма значительного объема строительных работ; основные массы работ характеризуются следующими цифрами (для всей магистрали):

Бетонная кладка 943,5 тыс. куб. м.
Земляные работы и землечерпание 57,6 милл. » »
Мостовые и берегоукрепительные работы . . 1,7 милл. кв. м.

Для ирригационных целей наибольший интерес в плане производства работ представляет механизация массовых земляных работ на канале между р.р. Волгой и Доном как по проработке вопроса о выборе наивыгоднейшего типа снаряда, так и по методам намечаемой организации работ. В виду ограниченности объема журнальных статей сведения о плане механизации земляных работ на Волго-Донском канале даются в значительно сокращенном объеме.

Принятое в плане распределение земляных работ на Волго-Донском канале по методам их производства указано в помещенной ниже таблице:

Основные земляные работы по выемке канала и котлованов шлюзов.

Разработка вручную с подвозкою подводами в поперечном направлении	6,29 милл. куб. м.
Транспортная работа подводами	0,85 » » »
Выемка вручную с отвозкой вагонетками	1,13 » » »
Выемка канатными экскаваторами с отвалом земли в кавальеры	15,82 » » »
Разработка глубокой водораздельной выемки канатными экскаваторами с двойной перекидкой грунта	6,65 » » »
Землечерпание	2,53 » » »
Итого	33,27 милл. куб. м.

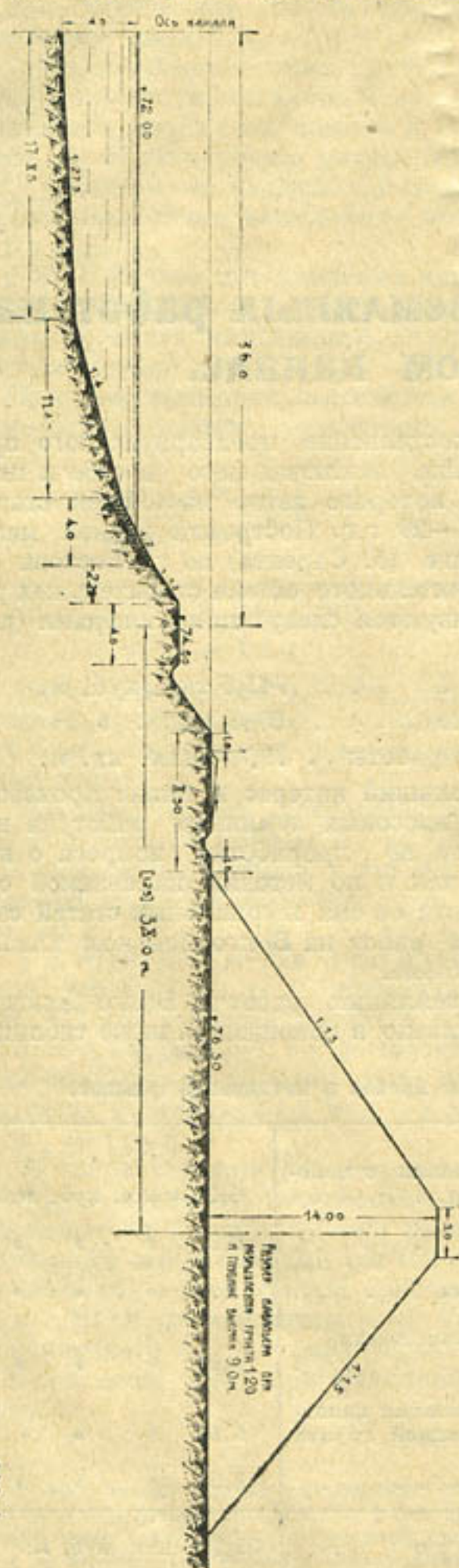
При выборе методов производства имелось в виду сохранить достаточный объем работ для размещения избытков городской и сельской рабочей силы путем применения ручной разработки с конною и вагонетною отвозкою вынутого грунта. На участках канала, где применение ручной разработки невозможно или совершенно невыгодно по сравнению с механизированным производством, способ механизированного производства избирался в зависимости от дешевизны работы, технических удобств и надежности снарядов. Как самые методы работ, так и калькуляция их, были подвергнуты весьма обстоятельной проверке со стороны правительственной экспертизы Волго-Донского проекта включительно до оценки расходов по самым мелким статьям, что и понятно в виду большого объема работ.

Поперечное сечение Волго-Донского судоходного канала запроектировано, как показано на рис. 1. Канал почти на всем протяжении проходит в суглинках; глины встречаются преимущественно в нижних частях глубоких выемок. Местами встречаются пески, впрочем не дающие заметного объема в общей массе работ. Тяжелых грунтов, вроде конгломератов, скалы, мергелистых глин и т. п., на канале нет совсем. Отсутствуют и отдельные препятствия в виде валунов, пней и т. п.

Вдоль уреза воды откосы канала должны быть укреплены мощением и, следовательно, профиль выемки на этом протяжении должен быть выполнен с точностью, доступной не для всякого типа снарядов. Это обязывает, например, при применении канатных снарядов, к оставлению экскаватором некоторого недобора откосов, снимаемого вручную, или скрепером с подброскою земли под ковш работающего экскаватора. То же замечание касается участков канала, где намечено устройство противифльтрационных слоев.

Выбор основного типа машины для выемки канала сосредоточился на сравнении стоимости работы и технических достоинств канатных и многоковшевых снарядов. Калькуля-

Рис. 1. Поперечное сечение Волго-Донского канала и кавальер при разработке канатным экскаватором с длиной стрелы 126 ф.



ция производства дала стоимость выемки 1 куб. м. канала с отнесением на нее планировок, зачистки кавальеров и т. п.:

для канатных экскаваторов кругло 61 коп.
» многоковшевых » » 52 »

Тем не менее выбор экспертизы остановился все же на канатных экскаваторах, принимая во внимание простоту и прочность снарядов этого типа, возможность ограничения всего парка снарядов, работающих на канале, одним типом машины и, наконец, более легкую применимость канатных экскаваторов на других работах по окончании постройки канала, чем громоздких многоковшевых машин, сравнительно трудно приспособляемых для каналов иного размера, чем тот, для которого они предназначались.

Применение канатных экскаваторов. Выбор модели канатного экскаватора показал, что при глубине канала, не превышающей 10 м., а в среднем в 7 метров, и при указанном на рис. 1 расположении кавальеров, минимальный по размеру снаряд, справляющийся с этой работой, близок к модели 200 фирмы Бьюсайрус с длиной стрелы в 125 ф. и емкостью ковша в 5 куб. ярдов. Экскаваторы этой модели строятся фирмой со следующими комбинациями стрелы и черпака:

длина стрелы в футах	137	125	113
соответствующий ей об'ем ковша в куб. ярдах	4	5	6

Применение более об'емистого ковша для той же модели дало бы более экономичные результаты, но длина стрелы в 113 ф. не обеспечила бы снаряд от затруднений при отсыпке кавальера на участках канала с глубиной выемки свыше 7 м. Исключительно благоприятные условия работы на Волго-Донском канале—легкие однородные грунты и отсутствие отдельных препятствий, допускают возможность некоторого увеличения об'ема черпака сверх 5 к. ярдов при сохранении той же длины стрелы в 125 ф. Впрочем, эта возможность увеличения ковша в калькуляцию не введена.

Снаряд принят с гусеничными ходовыми частями, что практически приводит время, затрачиваемое на передвижки, к нулю.

Гусеничный ход снаряда, увеличивая вес и стоимость снаряда на 20—30% против того же снаряда на рельсовом ходу или на катках, повышает стоимость выемки 1 куб. м. для условий Волго-Донского канала около 5%. Сравнение производительности снаряда с погонным содержанием выемки при глубине около 7 м. показывает, что передвижка снаряда при рельсовом ходе на одно звено (около 2 м.) потребовалась бы 1 раз за 2—1½ рабочих смены и, следовательно, сопровождалась бы совершенно ничтожным понижением выработки. Тем не менее для калькуляции сохранен снаряд с гусеничными ходовыми частями. Основная причина этого выбора заключается в стремлении приобрести снаряды, которые по окончании постройки Волго-Донского канала смогли бы легче найти себе применение на других работах меньшего размера. Это соображение тем более существенно, что экскаваторы выйдут с постройки Волго-Донского канала амортизованными всего на одну треть и в 2/3 их покупной стоимости поступят в госфонд. Было бы в высшей степени нежелательно загромождать последний неходовыми машинами высокой стоимости.

Производительность снаряда определена, исходя из длительности одного рабочего цикла снаряда и принятия определенного % времени фактической работы от нахождения снаряда под парами.

Продолжительность одного цикла черпания принята средняя между 1 и 1,5 минутами в размере 1,2 мин., что соответствует 50 черпаниям в 1 час фактической работы.

По сведениям, полученным от фирмы Бьюсайрус, о работе снарядов этой фирмы на индийских ирригационных системах, различные снаряды давали следующее количество черпаний в час фактической работы.

Класс машины по номенклатуре Бьюсайрус		На пробной работе	Среднее за 4—5—6 мес.
Класс 24	паровой	50	47
» 14	»	68	53,6
» 14	»	93	89,4
» 175	»	96	74,0
» 30-В	дизельная машина . . .	56,5	46,4

Довольно крупные отклонения от принятой Волго-Донским строительством нормы в 50 ковшей в час объясняются прежде всего характером работы, производимой снарядом. Считаясь с наличием благоприятных условий на канале и с тем, что снаряды класса 200, выработавшегося из класса 175, представляют одну из последних и совершенных моделей этой фирмы, можно считать среднюю в 50 черпаний в час не только не преувеличенную, но скорее имеющей запас.

Теоретическая производительность снаряда, считанная по выемке, принимая 50 черпаний в час и коэффициент разрыхления 1,20, для снаряда класс 200 с 5-ярдовым ковшом (3,8 куб. м.) определяется

$$3,8 \times 50 \times 0,80 = 152 \text{ куб. м. в час.}$$

Фактическое время работы от всего времени нахождения снаряда в рабочем состоянии утверждено экспертизой в 65%. Эта цифра превышает современные отчетные данные по работам внутри Союза, редко подымающиеся до 45—50%. Причина столь низкого использования снарядов лежит в их неудовлетворительном состоянии, устарелости, трудности самой работы и, наконец, в слабой организации работы. Массовый характер работ на Волго-Донском канале и однотипность принятых снарядов, покупаемых новыми, позволяет придать экскаваторному делу надлежащую организацию; условия грунта и характер работы также могут быть признаны вполне благоприятными. В виду этого нет оснований опасаться снижения коэффициента использования снаряда ниже принятых 65%.

Заграничная практика дает еще более высокое использование снарядов. По сведениям фирмы Бьюсайрус, сообщенным строительству, использование снарядов, по которым были даны сведения выше, составляло

Класс машин		% использования	
		за пробный час	среднее за 4—5—6 мес.
Класс 24	паровой	98,5	82,1
» 14	»	73,8	65,5
» 14	»	78,6	74,4
» 175	»	80,7	68,4
» 30-В	дизельн.	98,4	93,6

По машине класс 175 сведения имеются ежемесячно:

Месяцы	%%	Месяцы	%%	В среднем
Январь	74	Июль	86	78,0%
Февраль.	67,5	Август	81	
Март	77	Сентябрь	77	
Апрель	85	Октябрь	75	
Май.	87,5	Ноябрь	74,5	
Июнь	73	Декабрь	—	

По данным той же фирмы Бьюсайрус 3 машины класс 320 (крупнейший тип с черпаком в 8 куб. ярдов) за 20 месяцев работы в 1925 и 1926 г.г. на ирригационных работах в Индии имели отношение действительных часов работы к состоянию под парами 63%. Машины передвигались на рельсовых тележках.

Средняя часовая практическая производительность машины класс 200 при коэффициенте использования 65% составляет

$$152 \times 0,65 = 98,8 \text{ куб. м. выемки.}$$

Сопоставляем принятую часовую практическую производительность снаряда со средней часовой выработкой машины класс 175 со стрелой в 175 ф. и ковшем в 4½ куб. ярда (против 5 ярдов у класса 200). Эта машина, работавшая при постройке Huffman Dam, Miami Conserv. District в 1921 г., грузила балласт в вагоны емкостью 12 куб. ярд., что, конечно, медленнее, чем свалка просто в кавальер.

Производительность была следующая по месяцам:

Месяцы		Месяцы	
Январь . . .	125	Июль	101
Февраль. . .	80	Август	105
Март	131	Сентябрь	96
Апрель . . .	115	Октябрь	98
Май.	123	Ноябрь	95
Июнь	120	Декабрь	—

Среднее 108,1 куб. м. в час, на 9,4% больше принятого Волго-Дон для машины класс 200, несмотря на больший размер последней.

Количество рабочих дней для Волго-Донского канала принято 200 в течение 8 месяцев сезона. Столь значительный рабочий период допустим для канатных экскаваторов, легко справляющихся с неглубокою мерзлотою и не подверженных забиванию грязью в рабочих частях машины во время дождей, как это может происходить с многоковшевыми снарядами.

Сезонная производительность снаряда при двух 8-часовых сменах составляет $98,8 \times 8 \times 2 \times 200 = 316.160$ куб. м., или с округлением 315.000 куб. м.

Заметим, что в калькуляцию введены 2 смены работы, а не полные сутки, как это принято для крупных машин. Это допущение создает определенный запас в калькуляции и сезонной производительности снаряда. По проверочному подсчету, произведенному Строительством, принимая, что в ночную смену будет происходить ремонт и чистка машины, а работа будет занимать всего 50% времени, стоимость выемки 1 куб. м. будет ниже принятой на 4,5%. Тем не менее в калькуляции сохранены 2 смены, оставляя возможность уплотнения работы, как резерв, на случай длительного выхода из строя какого-либо из снарядов. Зато к общему потребному количеству снарядов на канале не положено резерва, составляющего обычно около 15% от числа работающих машин.

Стоимость снаряда определена по средней стоимости одной тонны веса снаряда из имеющихся заявок различных фирм. Так, по заявкам фирмы Мэрион на электрический 4-ярдный экскаватор, стоимость 1 тонны в Нью-Йорке получилась в 853 рубля. Для паровых машин в настоящее время стоимость 1 тонны колеблется от 750 руб. для крупных снарядов до 850 руб. для мелких. Принимая во внимание возможность удорожания снаряда при замене паровой машины дизель-электрической, а также добавление к машине запасных частей особенно высокой ценности (гусеницы, зубья, троссы и т. п.) средняя цена принята в калькуляции с округлением до 860 руб.

Размер накладного расхода по перевозке из Нью-Йорка до склада на месте работ, по переводу валюты, расходов Торгпредства и т. п. не поддается вполне точному учету и составляет по сведениям других строительных:

для Волховстроя (без пошлины) 11%
 » Днепростроя около 20 »

По указанию Правительственной экспертизы размер накладного расхода принят для Волго-Дона в 25%. Отсюда стоимость 1 тонны снаряда франко-место работ

$$860 \text{ р.} \times 1,25 = 1.075 \text{ руб.}$$

Вес снаряда модель 200 в упакованном состоянии, по сведениям фирмы Бьюсайрус, составляет 445.000 английских фунтов, или 201,56 тонн и, следовательно, стоимость снаряда $201,56 \times 1075 = 201.565$ руб. С запасными частями стоимость снаряда принимается в 215.000 рублей. Чугунный чушковый балласт с доставкой к месту, весом 60.000 англ. фунтов по 200 руб. за тонну, обойдется в 5.436 р., и окончательно общая стоимость снаряда составит кругло 220.000 руб.

Производственные расходы подсчитаны на 1 куб. метр выемки со включением в них всех работ, даже не связанных собственно с работой самого снаряда, как, например, планировка, укатка бечевников и т. п. Расходы слагаются из следующих статей, помещенных ниже по порядковым номерам.

1. Стоимость амортизации и капитального ремонта подсчитана в запас не только с основного снаряда, но и с запасных частей, в первое время не подвергающихся износу. По постановлению экспертизы, срок службы экскаватора (кроме троссов) принят в 15 лет, чему соответствует ежегодное отчисление (по сложным процентам) в 5%. На капитальный ремонт снаряда отчисление экспертизой утверждено в размере 3,4%.

Для производства работ на Волго-Донском канале принято:

- а) Длительность всей постройки 6 лет
- б) Уплата амортизации и отчислений на капитальный ремонт с исключением 1-го года, когда происходит заказ и получение снаряда, начислена со II по VI год включительно 5 »
- в) Фактическое время работы 4 сезона
- г) Уплата за заказ в 1-й год 50%

Размер начислений за все время нахождения снаряда на постройке
 $0,084 \times 215.000 \times 5 = 90.300$ руб. (без балласта).

Относя этот расход на весь об'ем земляных работ, выполняемый снарядами за все время постройки, получаем начисление на 1 куб. м. выемки

$$90.300 \text{ руб.} : (315.000 \times 4) = 7,17 \text{ коп.}$$

2. Начисление на затраченный капитал в размере 6% годовых за все время постройки

$$0,5 \times 0,06 \times 220.000 + 5 \times 0,06 \times 220.000 = 72.600 \text{ р.}$$

Расход на 1 куб. м. выемки

$$72.600 \text{ р.} : 1.260.000 = 5,76 \text{ коп.}$$

3. Стоимость содержания экскаваторных бригад во время работы экскаватора подсчитана вместе с премией за выработку норм вне связи с действующей сеткою, а именно:

Содержание бригады в 1 рабочий месяц:

Драгер	250 р.
Машинист	175 »
Масленщик	125 »
Кочегар	100 »
3 рабочих по 75 р.	225 »

Итого . . 875 р.

Содержание в месяц 2 экскаваторных бригад—1.750 руб.

В указанном выше персонале добавлены, по указанию экспертизы, 1 рабочий по обслуживанию экскаватора при снабжении топливом, водою и т. п. и 1 масленщик, против обычно принятого за границей штата в 3 человека на экскаваторе. Добавление 1 человека в бригаду произведено по примеру Волховстройских работ, где это сделано по требованию профессионального союза.

Стоимость содержания бригады на 1 куб. м. выемки при 8 рабочих месяцах в сезон

$$1.750 \times 8 : 315.000 = 4,44 \text{ коп.}$$

4. Содержание запасной экскаваторной бригады одной на 2 экскаватора в составе

Драгер	150 р.
Машинист	125 »
Масленщик	75 »
Кочегар	50 »

Итого . . 400 р.

Запасная бригада не имеет регулярной работы, кроме помощи при текущем ремонте, чистке и смазке машин и при промывке котлов. Ее основное назначение обеспечить снаряды от остановки в случае невыхода на работу кого-либо из состава работающих бригад.

Стоимость содержания запасной бригады за 8 рабочих месяцев раскладывается на два экскаватора, что дает на 1 куб. метр выемки 0,51 коп.

5. Содержание экскаваторных бригад за 4 зимних месяца как основных, так и запасных, на 2 экскаватора в составе:

5 драгеров по 125 р. 625 р.

5 машинистов по 100 р. 500 р.

Итого 1.125 р. в месяц.

За одну зиму $1.125 \text{ р.} \times 4 = 4.500 \text{ р.}$ Работы для бригад не предполагается, в соответствии с чем ставки уменьшены против летних; смысл этого расхода—сохранение опытного персонала для предстоящего сезона. За весь период постройки при 4 рабочих сезонах и 3 зимних между ними расход составит 0,53 коп. на 1 куб. м.

6. Охрана снарядов в праздники, дни отдыха, ночью и в зимние месяцы с доведением путем нагрузки содержания сторожа до 50 руб. в месяц при охране сразу 2 снарядов исчислена всего в 28 месяцев, причем на 1 куб. м. выемки получается расход 0,22 коп.

7. Доставка экскаватора с построечного склада к месту работ и монтажа принята в сумме 20.000 р. На 1 куб. м. выемки при работе снаряда в течение 4 лет падает 1,59 коп.

8. Стоимость разборки и обратной доставки снаряда на склад принята в размере 50% расхода по п. 7, а на 1 куб. м. выемки 0,80 коп.

9. Расход топлива принят, по указанию экспертизы, в количестве 3,5 кгр. угля на 1 куб. м. выемки, включая сюда и поддержание пара в ночное нерабочее время. Стоимость угля за тонну на канале с доставкой его к снаряду, находящемуся в среднем пункте работы экскаваторов, равна 25 р. за тонну, что дает стоимость топлива на 1 куб. метр выемки

$$3,5 \times 2,5 \text{ к.} = 8,75 \text{ коп.}$$

Расход угля на 1 куб. м. выемки зависит от степени твердости разрабатываемого грунта, количества передвижек снаряда, от простоев под паром и от качества самой машины. По данным экскаваторных фирм, расход угля на 1 куб. м. выемки в земляном грунте составляет в среднем 1,5 кгр. Так как паровые машины должны стоять под парами круглые сутки и в нерабочие часы, то фирмами рекомендуется вести расчет на расход 3,5 фунтов на 1 куб. ярд, или 2,1 кгр. на 1 куб. м.

На экскаваторных работах на системе Минидока¹ этот расход был отмечен значительно больше. Расход угля на 1 куб. ярд выемки составлял от 7,4 до 8,1 ф., что в переводе на метрические меры дает от 3,97 до 4,34 кгр. на 1 куб. м. При особо легких условиях грунта и работы расход угля получался около 4 фунтов, или 2,14 кгр. на 1 куб. м. На паровых экскаваторах системы Минидока расход угля получался сначала до 10 ф. на 1 куб. ярд, или 5,36 кгр. на 1 куб. м. выемки, пока на снарядах стояли устарелые котлы недостаточных размеров. После замены этих котлов другими, на 35% более мощными, был получен указанный выше расход топлива. Принятая норма Волго-Дона в 3,5 кгр. угля на 1 куб. м. выемки превышает расход топлива, давае-

¹ «Вестн. Ирр.» за 1925 г. № 6, стр. 35.

мый фирмами, но положенный в ней запас может быть признан непреувеличенным и целесообразным, имея в виду первоначальную неопытность бригад, с которыми придется встретиться при развертывании крупных работ.

В общем стоимость энергии, включая топливо и воду, на 1 куб. м. выемки Волго-Донского канала составит $8,75 + 2,8 = 11,55$ коп., что, конечно, довольно дорого. В детальном плане производства работ предстоит проверить возможность замены паровых машин электрическими или дизель-электрическими.

Расход электрической энергии на 1 куб. ярд выемки на системе Минидока был получен в среднем 0,45 киловатт-час, что на 1 куб. м. составляет 0,589 киловатт-час. Эта цифра невысока и при рассмотрении Волго-Донских калькуляций в Правительственной экспертизе указывалась более осторожная цифра 1 киловатт-час на 1 куб. м. выемки. При современных ценах на машины и электрооборудование стоимость электрической энергии от построечных временных электрических станций получается не ниже 16 коп. за 1 киловатт-час; имеются случаи, когда эта стоимость достигала 28 коп. При стоимости энергии в 16 коп. за 1 киловатт-час расход на 1 куб. м. выемки составит от 9,6 коп. при 0,6 киловатт-час. на 1 куб. м. и до 16 к. при расходе энергии в 1 киловатт-час на 1 куб. м. Очевидно, что электрифицировать землечерпание было бы выгодно при наличии собственной крупной силовой станции, производящей дешевый ток, или при возможности получения энергии от местной районной электростанции, чего в районе Волго-Донского канала пока нет. Что касается до применения дизель-электрических снарядов, то уже одно отсутствие линий электропередачи, несомненно, снизит стоимость энергии, получаемой на экскаваторе, по крайней мере % на 30, и даст возможность конкурировать с паровой машиной, особенно в условиях трудной подачи воды. Тем не менее, в предварительном плане производства строительных работ на Волго-Донском канале эта возможность не учтена и оставлена, как запас сметы.

10. Стоимость смазки и обтирочных материалов принята в размере 5% от стоимости топлива, а на 1 куб. м. выемки 0,44 коп.

11. Расход воды на тонну угля в среднем составляет 8 куб. м. При расходе угля 3,5 кг. на 1 куб. м. выемки соответствующий расход воды получается 0,028 куб. м. По расценке стоимости воды, подвозимой к месту работ на поездах, 1 куб. м. обойдется в 1 р. Отсюда стоимость воды на 1 куб. м. выемки 2,8 коп.

12. Расходы на текущий ремонт снарядов канатного типа нередко принимаются в размере 7—8% от первоначальной стоимости оборудования в год, что составило бы 5,12 к. на 1 куб. м. выемки. По указанию экспертизы эта цифра была несколько уточнена с выделением замены изношенных тросов в самостоятельную статью расхода и принята в 4,38 коп. на 1 куб. м.

13. Стоимость износа тросов определяется, исходя из практических наблюдений над износом экскаваторных тросов при работах по урегулированию стока в Miami Conservation District. Срок службы тросов определяется исполнением определенного объема земляных работ приблизительно

для тянущего троса около	...	30.000 куб. м.
» подъемного »	»	45.000 »

По этой норме при производительности избранного снаряда в 315.000 куб. м. в сезон придется сменить:

тянущих тросов	...	$315.000 : 30.000 = 10,5$ шт.
подъемных »	...	$315.000 : 45.000 = 7,0$ »

Диаметры, длины тросов и погонный вес составляют:

	Д	Длина	Кгр./п. м.
для тянущего троса	1 1/2 дм.	50 м.	5,07
» подъемного »	1 »	75	2,21

Расходуемая в сезон длина и вес тросов:

1 дм. пог. м.	525	всего веса	1.160,2 кгр.
1 1/2 »	525	» »	2.661,7 »

Итого . . . 3.821,9 кгр.

Стоимость расходуемых тросов в сезон:

$$3.821,9 \times 1 \text{ р. } 78 \text{ к.} = 6.802 \text{ р. } 98 \text{ коп.}$$

При расходе на 1 куб. м. выемки

$$6.802 \text{ р. } 98 \text{ к.} : 315.000 = 2,16 \text{ коп.}$$

14. Стоимость разравнивания земли и частичного трамбования бечевников подсчитана в размере 3,05 коп. на 1 куб. м. выемки.

15. Стоимость планировки периметра канала исчислена в предположении, что со дна канала грунт будет подвозиться к ковшу экскаватора скрепером, а с откосов ручными тачками. Недобор предположен равномерный в 0,25 м. по всему периметру. Для средних глубин выемки в 6—7 м. стоимость этой работы получается 1,10 коп. на 1 куб. м. выемки.

16. Стоимость оправки откосов насыпей принята 1,2 коп. на 1 куб. м. выемки.

17. Расходы на жилища рабочих и служащих при экскаваторах, полагаемые иногда в 4—5% от общей стоимости работ, были подвергнуты более подробной калькуляции, результат которой представляет интерес тем более, что в обычной практике эта статья расходов подсчитывается крайне поверхностно и по жилищам рабочих всегда бывают перерасходы против отпущенных сумм.

Персонал при 2 экскаваторах следующий:

А. Летний штат

а) Старший монтер-механик	1 чел.
б) Подвижная кузница-мастерская	12 »
в) 4 бригады	28 »
г) запасная бригада	4 »
д) с т о р о ж а	3 »

Итого 48 чел.

Б. Зимний штат

а) Старший монтер	1 чел.
б) Персонал кузницы	12 »
в) Б р и г а д ы	10 »
г) С т о р о ж а	4 »

Итого 27 чел.

Общее количество землекопов подсчитано в 45 чел.

Таким образом, летний состав рабочих при 2 экскаваторах составляет $48 + 45 = 93$ чел. К этому количеству добавляется 20% обслуживающего персонала, или 19 человек. Число служащих принимается в 10%.

от рабочей силы, т. е. 11 человек. Окончательно, общее количество летнего состава рабочих и служащих при 2 снарядах равно

$$93 + 19 + 11 = 123 \text{ чел.}$$

Зимний рабочий персонал подсчитан в . . . 27 чел.

То же служащих 11 »

20% обслуживающего персонала 8 »

Всего 46 чел.

Для зимнего персонала коэффициент семейности принят 2, т. ч. зимние помещения должны быть рассчитаны на 92 человека. Эти помещения должны быть теплые, деревянные.

Жилплощадь на 92 чел. постоянного штата составляет

$$8 \text{ кв. м.} \times 92 = 736 \text{ кв. м.}$$

Строительная площадь жилых помещений равна

$$736 \times 1,67 = 1.230 \text{ кв. м.,}$$

а кубатура этих помещений

$$1.230 \times 3,7 = 4.550 \text{ куб. м.}$$

Стоимость этих зданий в условиях Волго-Донского канала исчислена в 14 р. 50 к. за 1 куб. м., всего на сумму

$$14 \text{ р. 50 к.} \times 4.550 = 65.975 \text{ р.}$$

Из летнего количества рабочих и служащих в 123 чел. на зиму остаются 46 чел. и, следовательно, в летних помещениях должны быть расквартированы 77 чел., а с 10% на членов семейств 85 чел. Для размещения этого количества людей потребуется 3 палатки принятого на Волго-Доне образца, стоимостью по 2.700 руб., всего на сумму 8.100 р.

Кроме жилых зданий предвидятся еще следующие помещения:

а) Рубленые здания:

Контора об'емом 150 куб. м.

Б а н я » 150 »

Амбулатория » 440 »

Итого 740 куб. м. по 14 р. 50 к. на сумму . 10.730 р.

б) Рубленые здания упрощенной отделки:

Кухня пекарня об'емом 250 куб. м.

Мех. мастерские » 350 » »

Итого 600 куб. м. по 11 р. 65 к. на сумму . 6.990 р.

в) Бревенчатые холодные постройки:

Магазин кооператива 150 куб. м.

С к л а д » 150 » »

Склад материалов 500 » »

Итого 800 куб. м. по 8 р. 80 к. на сумму . 7.040 р.

г) Досчатые постройки:

Кузница об'емом 150 куб. м. по 6 р. 50 к. .975 р.

Навес открытый пл. 250 кв. м. по 8 р. 50 к. 2125 »

Уборные на 10 очк. по 3 руб. 30 »

Итого 3130 р.

Представляет интерес сравнить выведенную выше расценку экскаваторных работ с расценкой конной разработки в условиях района, по которому проходит трасса Волго-Донского канала. Это сравнение выполнено в двух предположениях: для цен текущего момента и с учетом нарастания зарплаты к среднему году постройки—предположительно 1931-32 г. Современная оплата одноконной подводы с погонщиком при ней в Сталинградском районе—3 р. в день; предвидимая к среднему году постройки—4 рубля. Сетка рабочих, принимающих участие в земляных работах через обслуживание конновозных артелей тракторной пахотой, утрамбовкой, планировкой, постройкой жилищ, устройством водоснабжения и т. п. соответственно 15 и 20 рублей для первого разряда.

Состав расходов, слагающих расценку на 1 куб. м. выемки для средней глубины выемки канала в 6 м. следующий для современного момента и с учетом динамики зарплаты.

Наименование расходов, слагающих расценки.	По современному уровню цен	С учетом динамики оплат.
	В копейках	
Рабсила	9,5	12,7
Материалы	8,3	8,3
Оборудование	0,5	0,5
Подводы	48,1	64,1
Итого	66,4	85,6
27,85% начислений на рабсилу	2,6	3,4
1 25% начислений на материалы	0,1	0,1
Итого с начисл.	69,1	89,1
1% непредвиденн. расход.	0,7	0,9
Итого	69,8	90,0
11% начислений на административно-техн. аппарат	7,6	9,9
Всего	77,4	99,9

Интересно отметить, что неамортизованная стоимость снаряда, выходящего с Волго-Донской постройки, равна 129.700 руб. и, следовательно, на 1 куб. м. механизированной выемки пришлось бы наложить еще 10,29 коп., если бы с окончанием постройки снаряд не нашел себе применения.

Переучет экскаваторной расценки с учетом динамики зарплаты, но без учета снижения стоимости материалов, намеченного по плану развертывания народного хозяйства, даст к среднему году постройки цифру 64,04 к.

Окончательное сопоставление расценок получается:

Способ разработки	Стоимость современная		Стоимость с учетом динам. зарп.	
	Стоимость нетто	С налож. стоимости снаряда	Стоимость нетто	С налож. стоимости снаряда
Разработка конной возкой . . .	77,4	—	99,9	—
Разработка канатным экскаватором	60,38	70,67	64,09	74,38

Применение многоковшевых экскаваторов на Волго-Донском канале.

В плане производства работ на Волго-Донском канале довольно тщательной проработке подвергся вопрос о применении многоковшевых снарядов для исполнения выемок, глубиной не свыше 10 метров. При глубинах выемок свыше 10 метров, крупнейшие из экскаваторов, предложенных германскими машиностроительными фирмами, не в состоянии отсыпать кавальер, вмещающий грунт из выемки, и, таким образом, приходится обращаться к поездной возке грунта. Между тем, нагрузка земли на платформы выполняется экскаватором-лопатою дешевле, чем многоковшевыми экскаваторами. Отсюда и происходит ограничение применимости многоковшевых снарядов для профиля Волго-Донского канала 10 метрами с поперечною отсыпкою грунта в кавальер. В остальных отношениях условия Волго-Донского канала вполне благоприятны для применения многоковшевых экскаваторов: грунт в главной массе — суглинок и местами глина без валунов и пней, могущих повреждать ковшевую цепь. Местность слабо волниста, что облегчает подготовку путей для снарядов. Более изрезанные оврагами участки склона, по которому проходит трасса канала, отнесены к ручной работе с отвозкой грунта вагонетками, так как там вообще неизбежна дальняя транспортировка грунта. Сечение судоходного канала всюду одинаковое, что особенно благоприятно для многоковшевых снарядов.

На запросы Волго-Донского строительства отозвалось несколько германских машиностроительных фирм, приславших кроме схематических описаний предлагаемых ими снарядов, схемы разработки сечений канала при различных глубинах, соображения о производительности снарядов и стоимости кубического метра выемки.

Ознакомившись с присланными материалами, строительство составило свою схему разработки канала с относящейся к ней калькуляцией производства, разработанной инженером А. В. Рабцевичем и получившей в основных чертах одобрение Правительственной экспертизы, рассматривавшей Волго-Донской проект.

Автор считает полезным на примере Волго-Донского канала показать различные способы разработки выемки, что может помочь читающему ближе подойти к правильному выбору соотношения между размерами снаряда и канала и к способу установления целесообразного плана работ, так как при пользовании многоковшевыми снарядами нет той строгой методики в выборе размеров снаряда и установления плана работ, которая может быть прослежена при одноковшевых снарядах.

О-во Любекских машиностроительных заводов, известное в Средней Азии по работе его снарядов на орошении северо-восточной части Голландной степи у контрагента инженера С. Н. Чаева, предложило для разработки выемок Волго-Донского канала многоковшевый снаряд тип Е, характеризуемый следующими данными:

Емкость каждого ковша 400 литров.

Число опорожнений в минуту 26 »

Исходя из этих величин, теоретическая производительность снаря-
да получается

$$\frac{400 \times 26 \times 60}{100} = 624 \text{ куб. м. в час разрыхленного грунта.}$$

Расположение ковшей на ковшевой цепи таково, что на каждые
4 звена цепи приходится один ковш. При расстоянии между ковшами
в 1.500 мм. скорость передвижения цепи получается

$$\frac{1.500 \times 26}{60} = 650 \text{ мм. в секунду, что представляет собою}$$

весьма значительную величину, превосходящую обычные размеры этой
скорости у снарядов меньшего размера.

Поворотные тележки со стороны черпаковой рамы, расположены
симметрично по отношению к оси экскаватора и имеют каждая по 4 оси
при колее 1.040 мм. Из общего числа 8-ми осей, в указанных двух тележ-
ках, четыре оси являются ведущими (по две на тележку).

Со стороны транспортера экскаватор опирается на однорельсовую
шестиколесную тележку. Все поворотные механизмы построены и сбалан-
сированы таким образом, что достигается равномерное распределение
веса экскаватора на все без исключения оси и колеса.

Скорость передвижения самого экскаватора запроектирована 7 мет-
ров в минуту.

Предельная длина транспортера достигает 48 м., считая между ося-
ми барабанов, при чем транспортер состоит из двух частей: неподвиж-
ной—длиною 33 м., подвешенной к экскаватору; и подвижной—длиною
15 м., укрепленной под постоянным звеном транспортера. Выдвижной
транспортер приводится в движение от главного транспортера и может
быть приспособлен для заднего и переднего хода, что дает возможность
распределения земли по любой части отсыпаемого кавальера или дамбы.
Это весьма ценное свойство снаряда позволяет при внимательной работе
бригады сыпать дамбы правильными разровненными слоями, могущими
итти под укатку почти без необходимости их особого разравнивания.

Силовое оборудование снаряда состоит из парового котла поверхно-
стью нагрева 140 кв. м. при максимальном давлении в 12 атмосфер и
паровой машины компаунд в 350 индикаторных сил при 250 оборотах в
минуту.

В отношении черпаковой рамы О-во Любекских заводов предложило
два варианта (см. рис. 2).

1. С рамой построенной по проектному очертанию половины канала
до уровня бечевников. Такая рама состоит из 3-х элементов соответствую-
щей длины с расчетом, чтобы места перегибов рамы точно соответство-
вали переломам поперечного профиля канала. Общая длина черпаковой
рамы в этом случае составляет около 21 м., при длине планирующего
концевого элемента рамы в 3,0 метра.

По схеме, данной заводом, разработка профиля канала при типич-
еской глубине канала в 7 м., проектируется путем тройной перекладки
рельсовых путей, т.-е. в 4 продольных заемки для каждой половины
выемки. При этом необходимость в ручных работах по очистке откосов вы-
емки, благодаря приспособленности рамы к профилю канала, почти отпа-
дает.

Наибольшая возможная глубина черпания при указанной длине
рамы в ее выпрямленном виде и предельном наклоне ее к горизонту, опреде-
ляемом углом в 45°, составляет 12 метр.

2. Второй вариант О-ва Любекских заводов предвидит раму, построенную для разработки выемок глубиной до 18 м., общей длиной в 30 метр.

Эта рама состоит также из 3 элементов, при чем места перегибов рамы тоже соответствуют переломам поперечного профиля канала при средней глубине выемки в 4,50 м. Эта рама особенно рекомендована заводом для применения при разработке выемок различной глубины. По схеме завода разработка выемок глубиной в 4,5 м. проектируется в виде 2 заемов по всему профилю канала без перекладки экскаваторных путей.

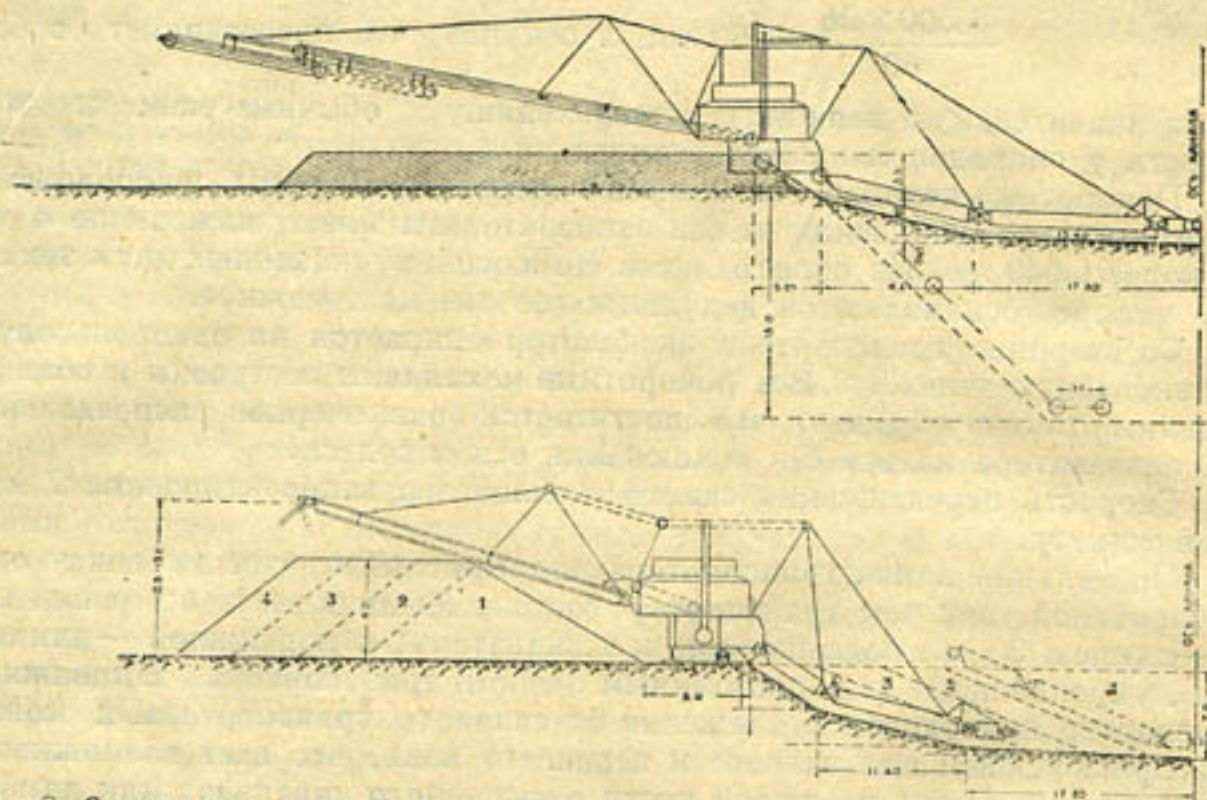


Рис. 2. Схема экскаватора Любекских заводов с различными длинами ковшевой рамы.

Что касается до глубоких выемок, то разработка таковых проектируется частью в кавальер, частью с погрузкой на подвижной состав с отвозкою грунта на свалки, расположенные за пределами полосы отчуждения канала. В этом случае ленточный транспортер заменяется приспособлениями для нагрузки вагонов с введением противовеса.

Из приведенных 2-х вариантов, разрабатывавший план применения многоковшевых снарядов инж. А. В. Рабцевич, рекомендовал строительству остановиться на первом варианте ковшевой рамы, каковой и был принят.

Соображения в пользу этого варианта следующие.

1. В виду целесообразности применения многоковшевого экскаватора лишь при поперечной разработке канала без пользования подвижным составом, не представляется необходимости в удлиненной и тяжелой ковшевой раме.

2. Рама 2-го варианта, точно соответствующая профилю канала при глубине его в 4,5 м. и дающая возможность вести работу без перекладки путей, при глубинах выемки от 4,5 до 10 м., с которыми придется встретиться экскаватору, не будет соответствовать профилю и разработка выемки потребует нескольких заемов с передвижкой путей и их приспособлением по высоте для полного добора профиля в соответствии с длинами элементов рамы.

3. Применение длинной черпаковой рамы является нежелательным в виду перегрузки передних поддерживающих тележек экскаватора, в

связи с чем может появиться необходимость увеличения числа шпал для распределения нагрузки по поверхности грунта, особенно в насыпях.

4. Наиболее существенным недостатком чрезмерно длинной черпаковой рамы, при небольшой глубине выемки канала, является незначительный угол наклона рамы к горизонту при начале заемки, что способствует образованию земляного валика вдоль экскаваторного пути и, с другой стороны, сопровождается недостаточным заполнением ковшей и уменьшением производительности.

При разработке выемок Волго-Донского канала подсыпка бечевников требуется до глубины выемки в 7 м. Свыше этой глубины весь профиль канала укладывается в выемку и вся земля направляется в кавальер. При глубине выемки в 2,7 м. получается равенство объемов выемки и насыпи и, следовательно, при меньших глубинах выемки экскаватор оставляет за собой канал в незаконченном виде с необходимостью добавлять недостающие насыпи со стороны. Такие участки канала вообще были исключены из плана работы экскаваторов.

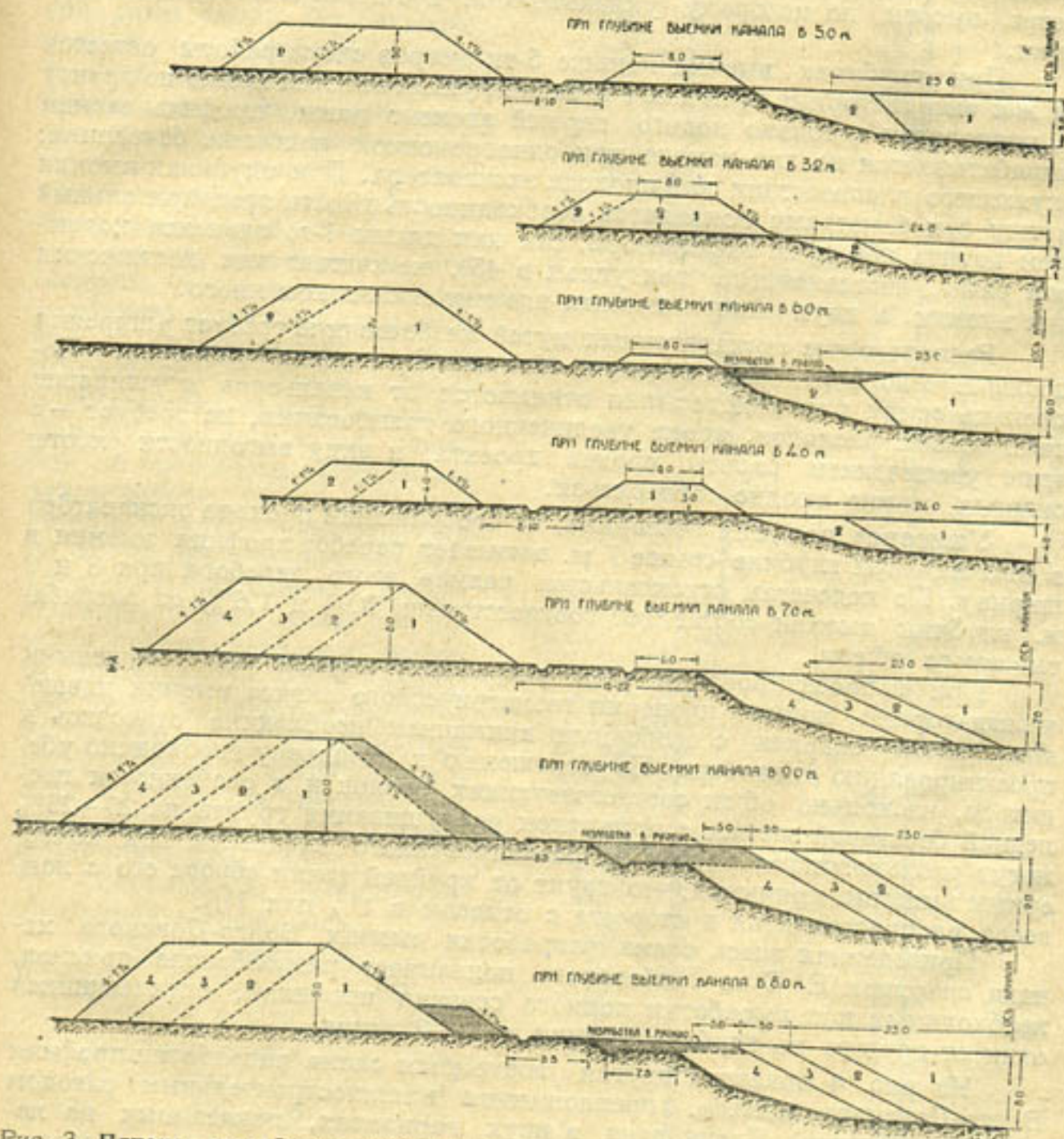


Рис. 3. Приемы разработки экскаватором выемок при различных глубинах канала.

Представляет интерес ознакомиться с приемами разработки экскаватором выемок при различных глубинах канала (см. рис. 3). При 7-ми метровых выемках бечевник приходится в уровне земли и при выполнении последней заемки черпаковая рама снаряда в точности укладывается по профилю канала. С увеличением глубины выемки на местности должна быть проложена траншея достаточной ширины для прохода экскаватора с отметкой дна на 7 м. над дном канала, что приводит работу снаряда к проектным условиям. При глубинах выемки меньшей 7 м. для построения проектного очертания последней заемки снаряд должен сам себе подсыпать с предшествующих заемок путь высотой на 7 м. над дном, так как без этой подготовки тот же путь пришлось бы готовить вручную. Как это видно из приложенных здесь схем, при глубине канала в 5 м. рельсы под экскаватор для снятия первой заемки кладутся прямо на грунт и длина первого элемента черпаковой рамы при установке его под углом не свыше 45° позволяет, выправив остальные элементы, вычерпать первую заемку до дна и насыпать бечевник на 2 метра высоты, по которому укладываются пути для 2-й береговой заемки.

При глубинах выемки меньше 5-ти метров схема работы остается та же: экскаваторные пути для 1-й заемки укладываются прямо по грунту и, располагая довольно полого первый элемент рамы, профиль заемки вырабатывается до дна канала при одновременной подсыпке бечевника, служащего впоследствии для прохода экскаватора. При глубинах выемки между 5 и 6 метрами появляется необходимость делать предварительный с'ем грунта под пути экскаватора, так как длины 1-го элемента ковшевой рамы, поставленного под углом в 45° , не хватает для достижения дна выемки, а двух распрямленных элементов слишком много.

Расположение экскаваторных путей на бечевнике требует уширения последнего до 8 м., что несколько больше проектных размеров. Поскольку земля для этой досыпки отнимается от кавальеров и уширение дамб особых расходов, кроме увеличенного трамбования, не требует — с этим увеличением работы против проекта, в виду выгоды работы снаряда, можно вполне согласиться.

Уширение профиля бечевника, из соображений прохода экскаватора в выемках при глубине свыше 7 м. вызывает перебор профиля выемки в ширину. По подсчетам строительства размер этого перебора при 8 и 9 м. глубины выемки составляет соответственно 0,94 и 1,6% от разрабатываемого объема.

При проектировании схем разработок выемок многоковшевыми экскаваторами, помимо проверки геометрического охвата выемки ковшевою рамою снаряда с особенным вниманием необходимо отнестись к проектированию кавальера. По отношению к кавальеру необходимо убедиться, насколько объем соответствующих заемок и в особенности последней береговой заемки с принятием распушивания грунта на 20—25% могут расположиться внутри запроектированного кавальера под конвейерным вылетом, принимая, что грунт от крайней точки сброса его с конвейера распространится в стороны с откосом в $1\frac{1}{4}$ или $1\frac{1}{2}$.

Приведенная здесь схема разработки выемок Волго-Донского канала снарядом Е О-ва Любекского показывает разнообразие приемов, необходимых для выработки полного сечения профилей, отличающихся один от другого по глубине выемки на 1—2 метра.

На рис. 4 показана другая возможная схема разработки профиля Волго-Донского канала, предложенная машиностроительным заводом Юбигау (Дрезден). Схема дана в двух вариантах, показанных на левой и правой сторонах чертежа. На левой стороне показана разработка

снарядом с уменьшенным размером ковшевой рамы, исполняющим сечение в две заемки, после чего берма, по которой проходил крупный снаряд, подбирается снарядом меньшего размера, нагружающим вагонетки, сваливающими грунт на уширение того же кавальера. По этой схеме работы кавальер с самого начала приходится делать с горизонтальным верхом, отчего его емкость под транспортером остается в значительной мере не использованной. По варианту схемы, показанному на правой стороне чертежа, размер ковшевой рамы позволяет большому снаряду выбирать все сечение с одной заемки, оставляя с/ем бермы под путями специальному маломерному экскаватору. Большой экскаватор ссыпает грунт в отдельный кавальер, уширяемый вагонетною отвозкою грунта. Как видно из обеих схем, значительный % вынимаемого грунта должен быть отвезен на вагонетках к месту свалки, что с точки зрения строительства представляло существенный недостаток схемы как по сложности организации такой работы, так и по относительной дороговизне погрузки на состав многоковшевыми снарядами. Необходимость добора сечения снятием бермы при помощи снаряда меньшего размера, проходящего после окончания работ крупного экскаватора, также внесет в работы ряд организационных затруднений ввиду пустынности местности и отсутствия жилья, воды и удовлетворительных дорог.

Основные характеристики предложенных снарядов:

1. Более крупного, типа Дрезден. 300/п.
Емкость ковша 300 литров.
Колич. высыпок 24 в мин.
Теоретическая производительн. . . 430 куб. м. в час.
Вес нетто от 96 до 126 т.

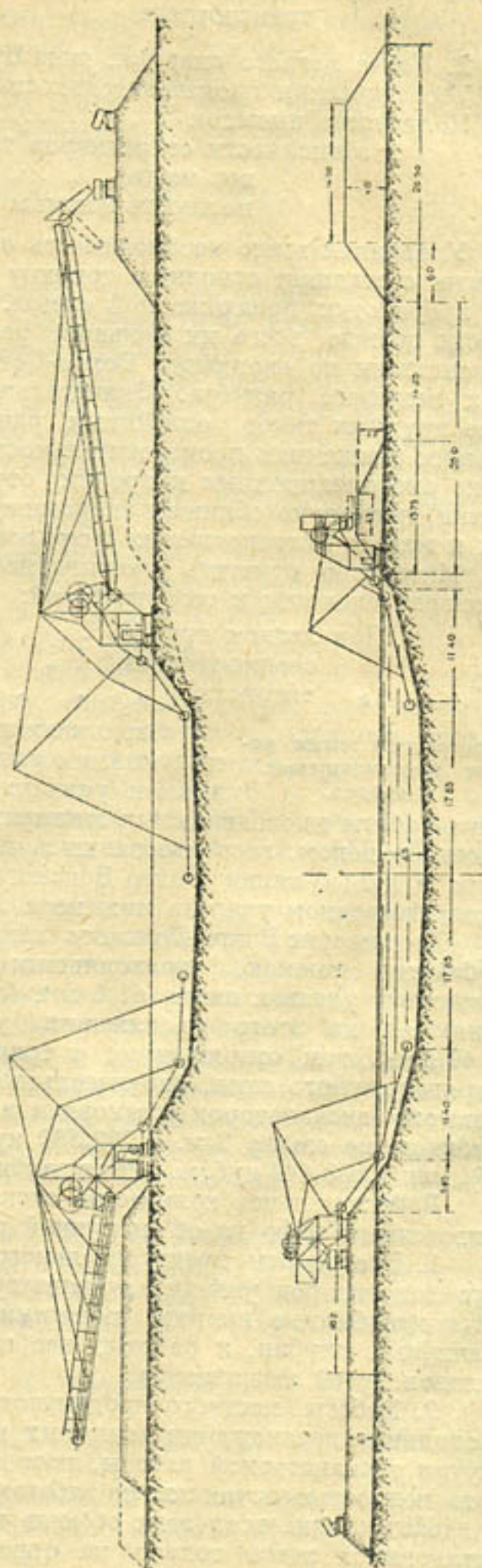


Рис. 4. Схема разработки канала экскаваторами заводов Юбигау.

Мощность машины в зависимости от разм.

транспортера от 120 до 160 л. с.

2. Более легкого снаряда, типа Дрезден—160.

Теоретическая производительность 200 куб. м. в час.

Количество высыпок 21 в минуту

в зависимости от размеров транспортера:

вес нетто 51—56 тонн

мощность машины 50—65 л. с.

Указанная выше необходимость обращаться к отвозке грунта вагонами составляет основную причину отказа строительства от дальнейшей проработки предложенной схемы. К достоинствам снарядов нужно отнести прежде всего их меньший размер и вес, делающие их более применимыми по окончании Волго-Донских работ на других строительных работах меньшего размера. Значительное удешевление снаряда против более крупных типов, описанных ранее, сопровождается относительно меньшим снижением производительности, а это имеет последствием уменьшение амортизационных и прочих отчислений, падающих на 1 куб. м. выемки, несколько сближая экономический результат применения больших и малых многоковшевых снарядов.

Интересно отметить указываемое фирмой отношение эффективной производительности к теоретической:

При легком грунте 75—80%

» средне-твердом 60—75 »

» твердом 50—60 »

О построении плана работ многоковшевых снарядов. Ограничившись приведенными выше общими сведениями о разработке многоковшевыми снарядами выемок различного очертания, приведем образец плана работы многоковшевых экскаваторов на предназначенном для них участке в целом, воспользовавшись для этой цели проработкой такого плана и калькуляции Волго-Донского Строительства, исполненной при непосредственном участии инженера А. Р. Рабцевича.

Протяжение Волго-Донского канала с однообразными и умеренными глубинами выемок, подходящими для многоковшевых снарядов, составляет участок около 61,6 км. (от 28,5 км. до 90,1 км. от Волги). Исключая из этого протяжения участки 43,5 до 47,5 км. и 55 до 61,5 км., как сопряженные с транспортной возкою, неудобною для снарядов данного типа, окончательный объем выемки, проходимый многоковшевым экскаватором установлен в 12.736.286 куб. м., из коих выемок глубиною не свыше 7 м. 9.282.589 куб. м. или 73% объема, а остальные 27% или 3.503.647 куб. м. имеют глубину выемки, превышающую 7 метров.

Действительное количество экскаваторных работ получается меньше приведенных цифр на объем ручной разработки, к которой относятся:

1. Все работы предварительного характера для подготовки земляного полотна под укладку экскаваторных путей. К этим работам относятся неизбежные выемки, показанные на схемах разработки профилей различных глубин, и работы, необходимые для смягчения продольных уклонов путей экскаватора.

2. Работы местного продольного транспорта, к которым относятся продольные перемещения земляных масс в пределах нескольких пикетов внутри экскаваторной работы, поскольку проектный профиль не может быть полностью осуществлен работою одних экскаваторов.

Исчисление всех этих объемов не представляет особых сложностей. Остановимся здесь только на определении продольного уклона пути, преодолеваемого самодвижущимся многоковшевым экскаватором.

Полный рабочий вес экскаватора типа Е равен 310 т. При равномерной нагрузке на каждую из 22 осей и колес приходится 28 тонн.

При минимальном коэффициенте сцепления колес с рельсами $\frac{1}{4}$, наибольшее тяговое усилие от 4 ведущих осей в 2 тележках равно $28:7 \times 4 \times 1000 = 10.000$ кг. Принимая сопротивление снаряда на горизонтальной площади равным 5 кг. на тонну его веса, получим величину предельного под'ема при установившемся движении снаряда

$$\frac{10.000 - 310 \times 5}{310} = 46,5 \text{ кг. на тонну,}$$

или уклон $i = 0,0465$.

При этом отмечается, что система всех движений частей снаряда как в его ходовых частях, так и в ковшевой цепи, увязана таким образом, что при проходе вниз по уклону скорость его остается все же равной проектной в 7 м. в минуту. В отношении прохода снаряда по кривым и по неровностям путей ограничений не ставится, так как по заявлению фирмы наличие шарового соединения рельсовой подпорки и возможность наклонного положения поворотных механизмов исключает случайности при перемещении снаряда. Все же практически нежелательно уменьшение радиуса кривизны путей ниже 300 м.

Из указанного выше объема земляных работ, объем местного транспорта получился 640.000 куб. м. Работы подготовительного характера распадаются на 2 группы: к первой из них относятся работы по смягчению уклона экскаваторных путей. Эти работы не входят в состав подлежащего исполнению профиля и в количестве 385.000 куб. м. подлежат отнесению к стоимости производства земляных работ, как накладной расход. Вторая группа земляных работ—подготовка путей под экскаватор в уровне бечевника с отвозкой вынутого грунта в кавальер, представляет собой полезную работу в объеме 621.000 куб. м. Таким образом, на долю собственно экскаваторов остается 11.525.236 куб. м., из коих 8.462.589 куб. м. при глубине выемки не свыше 7 м. и 3.062.647 куб. м. при большей глубине выемки.

Для определения стоимости производства 1 куб. м. полезной выемки канала, производимой многоковшевым экскаватором, в учет введена стоимость всех этих расходов по присвоенным им расценкам, как вообще и все другие расходы, характеризующие данный метод работы и его сопровождающие: трамбование бечевников, планировка откосов и т. п.

Калькуляция стоимости Исчисляемую в дальнейшем калькуляцию работы многоковшевых экскаваторов начинаем с вопроса об исчислении производительности снарядов. Имеющийся литературный материал об отношении действительной производительности снарядов к теоретической значительно беднее такового для одноковшевых снарядов.

Для предварительных соображений О-во Любекских машиностроительных заводов рекомендует принимать величину практической производительности снаряда в $\frac{2}{3}$ его теоретической производительности, исчисленной по объему ковша и числу опорожнений в минуту. Получаемый таким порядком размер производительности составляет $624 \times \frac{2}{3} = 415$ куб. м.

в час разрыхленного грунта или $415:1,25 = 330$ куб. м. грунта, замеренного по выемке.

При этом снижение до $\frac{2}{3}$ теоретической производительности завод относит за счет несовершенного наполнения ковшей, ничего не полагая на простой снарядов во время работы.

Недостаточное заполнение вызывается, главным образом, следующими причинами:

1. Каждый ковш проходит по откосу выемки косую линию, расположение которой на откосе характеризуется собственной скоростью ковша 650 мм. в секунду и одновременным перемещением ковша вместе с экскаватором вдоль выемки со скоростью 7 м. в минуту. При расстоянии между ковшами в 1500 мм. включение в работу и опорожнение ковшей будет происходить через $1500 : 650 = 2,3$ сек. За этот же промежуток времени снаряд передвинется на $7.000 : 60 \times 2,3 = 268$ мм.

Полученная величина представляет собою ширину слоя, забираемого ковшом, измеренную по движению снаряда. Таким образом, набор грунта совершается по одной стороне ковша, при чем соотношения между скоростями движения цепи и экскаватора подбирают так, что ширина слоя земли, снимаемого каждым ковшом, составляет от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{3}$ ширины ковша. Что касается толщины снимаемого слоя, то она зависит почти исключительно от плотности грунта и для сухих глинистых грунтов средней плотности принимается в пределах от 9 до 12 см. Многоковшовые экскаваторы на Голодностепских суглинках брали стружку земли толщиной в 15 см.

Для условий Волго-Донского канала толщина снимаемой стружки грунта принята в 10 см. Из этих данных минимальная длина прохода ковша по разрабатываемой поверхности для его наполнения составляет

$$\frac{0,40}{0,268 \times 0,10} = 15 \text{ м.},$$

что не всегда осуществимо при первых проходах снаряда по разрабатываемому участку.

2. Другим обстоятельством, понижающим производительность снаряда, является небольшая величина наклона рамы к горизонту, особенно при проходе первых стружек, когда разработка выемки производится с поверхности земли. Помимо уменьшения длины прохода ковшей по разрабатываемой ими поверхности пологое расположение рамы влечет за собой плохое наполнение ковша и частичное высыпание грунта из ковшей при подходе их к экскаватору. При этом образуется вдоль бровки выемки валик из высыпавшегося грунта. Явление это происходит до тех пор, пока начальный элемент рамы не составит угла около 30° к горизонту, после чего высыпавшиеся из ковшей комья земли начинают скатываться вниз по откосу и подбираются при следующих проходах экскаватора.

3. К дальнейшим причинам, влияющим на производительность экскаватора, относятся также неизбежные простои снаряда при переходе с одного участка на другой, при наборе воды, смене поломанных частей и т. п.

4. Наконец, производительность многоковшового снаряда в высокой степени зависит от свойств разрабатываемого грунта, его твердости, наличия в нем камней, пней и т. п. тяжелых препятствий ковшовой цепи. При значительной длине цепи и большом числе ковшей рабочий орган многоковшового аппарата не может быть построен с таким запасом прочности и веса, как это имеет место при одноковшовых снарядах, способных справляться с весьма серьезными препятствиями, без опасности для целостности снаряда или его рабочих частей.

Коэффициент перехода от теоретической производительности к практической, предложенный фирмой в размере $\frac{2}{3}$, имеет в виду достаточно благоприятные и организованные условия работы и грунты не тяжелее Волго-Донских.

Принимая во внимание изложенные выше соображения и постепенную привычку наших бригад к столь крупным и сложным снарядам, как тип Е Любекских заводов, строительство ограничило практическую сезонную часовую выработку 300 куб. м. по объему выемки, что представляет снижение коэффициента загрузки 0,66 до 0,60.

Правительственная экспертиза Волго-Донского проекта, одобрив в общем метод расчета и выводы строительства, в отношении многоковшевых снарядов в видах осторожности предложила снизить коэффициент перехода от теоретической к практической производительности до 55%. Отсюда средняя практическая производительность получается при коэффициенте разрыхления 1,25.

$$\frac{624 \times 0,55}{1,25} = 274,5 \text{ куб. м. в час.}$$

В сезон при 180 рабочих днях и 2 восьмичасовых сменах

$$274,5 \times 180 \times 2 \times 8 = 790.560, \text{ кругло } 790.000. \text{ куб м.}$$

Снижение коэффициента практической производительности с 66,6% до 55% равносильно введению при том же заполнении ковшей простоя снаряда в 17,4%, что, примерно, отвечает ремонтным простоям, наблюдаемым при работе одноковшевых снарядов.

Производственные расходы многоковшевого снаряда слагаются из указанных ниже статей, при исчислении коих приняты те же продолжительности работы снаряда, которые указаны и для канатных экскаваторов.

Стоимость снаряда типа Е, согласно предложения О-ва Любекских машиностроительных заводов, франко-завод в г. Любеке без упаковки исчисляется в следующих суммах:

1. Стоимость самого снаряда с транспортером	358.000	герм. мар.
2. » » транспортной ленты	14.500	» »
3. » осветительного электрического агрегата, имеющего отдельную паровую машину	8.925	» »
4. Стоимость канатов для главного привода	1.920	» »
5. » набора инструментов	500	» »
6. » запасных частей (ориентировочно)	15.625	» »

Итого с округлением 400.000 герман. марок.

Учитывая потери при конвертировании валюты при переводе ее за-границу, стоимость одной германской марки принимается с запасом в 50 коп.

Принимая 25% накладных по перемещению снаряда с завода на построечный склад со всеми остальными накладными расходами (пошлина и т. п.), стоимость снаряда определяется

$$400.000 \times 0,5 \times 1,25 = 250.000 \text{ рублей.}$$

По подсчетам строительства из этой суммы платежей в иностранной валюте предстоит на 219.000 руб., остальные оплачиваются внутри Союза.

Издержки производства работ и прочие расходы относятся к 1 куб. м. выемки. Перечень их следует ниже.

1. Стоимость ежегодных отчислений на амортизацию и капитальный ремонт по нормам, утвержденным экспертизой, составляет соответственно 5 и 3,4%, всего 8,4%. Продолжительность начислений принята в 5 лет, из коих 4 года фактической работы снаряда и 1 год по окончании ее в запас на возможную задержку работ, сдачу снаряда в другую строительную организацию и т. д.

Размер начислений за 5 лет:

$$0,084 \times 250.000 \times 5 = 105.000 \text{ руб.}$$

Вырабатываемый объем земляных работ за 4 года работы:

$$790.000 \times 4 = 3.160.000 \text{ куб. м.}$$

На 1 куб. метр выемки

$$105.000 : 3.160.000 = 3,32 \text{ коп.}$$

2. Начисление 6% на капитал составляет 82.500 р. или на 1 куб. метр выемки 2,61 коп.

3. Стоимость содержания экскаваторных бригад во время работы экскаватора.

Содержание одной бригады в рабочий месяц:

Наименование должностей	Оплата с премиальными
Д р а г е р	250 р.
Машинист	175 »
К о ч е г а р	100 »
Масленщик	125 »
Рабочий на конвейере	100 »
3 рабочих при экскаваторе	225 »
14 путевых рабочих	1050 »
Старший рабочий	125 »
Итого	2150 руб.

Содержание в сезон (7 месяцев) 2-х экскаваторных бригад дает на 1 куб. м. выемки—3,81 коп.

4. Содержание 1 запасной бригады (без работы) на 2 экскаватора в составе:

Драгер	150 руб.
Машинист	125 »
Масленщик	75 »
Кочегар	50 »
Отвальщик	75 »

Итого . . . 475 руб.

За 7 месяцев работы содержания на 1 куб. метр выемки—0,21 к.

5. Содержание экскаваторных бригад за 5 зимних месяцев на 2 экскаватора в составе:

5 драгеров	по 125 р. = 625 р.
5 машинистов	» 100 » = 500 »
5 масленщиков	» 50 » = 250 »

В месяц 1.375 р. × 5

В зиму 6.875 р.

За весь период постройки при 4 рабочих сменах и 3 зимах стоимость на 1 куб. метр выемки—0,33 коп.

6. Охрана снарядов в дни отдыха, праздники, в ночное время и в зимние месяцы, при одновременной охране 2 экскаваторов, работающих попарно, исчислена в сумме 2.000 руб. в год, откуда расход на 1 куб. м. выемки—0,31 к.

7. Стоимость доставки экскаваторов со склада на место работ и их монтаж, в виду громоздкости и сложности машины, принята в сумме 35.000 руб. Принимая, что снаряд будет работать 4 года постройки на одном и том же участке канала, расход по этой статье, падающий на 1 куб. м. выемки, выразится—1,11 коп.

8. Стоимость разборки и обратной отвозки снаряда на склад, в размере 50% расхода по п. 7 на 1 куб. м. выемки составит 0,56 коп.

9. Стоимость топлива исчислена по данным фирмы, подтверждаемым сведениями старой практики в России. Норма фирмы—1,36 кгр. угля на 1 куб. м. выемки. Эта норма в калькуляции повышена до 2 кгр. в расчете на получение угля среднего качества. В эту же норму включен сравнительно небольшой расход угля на поддержание топки в ночное время. Всего стоимость топлива, падающая на 1 куб. м. выемки, равна 5 коп.

10. Стоимость смазки и обтирочных материалов принята, в виду сложности машины, передаточных и ходовых частей, в 20% от стоимости топлива, а на 1 куб. м. выемки—1 коп.

11. Расход воды на тонну угля в среднем составляет 8 куб. м. При расходе 2 кгр. угля на 1 куб. м. выемки, расход воды на 1 куб. м. выемки равен 0,016 куб. м. Стоимость воды для степной части Волго-Донского канала, где предполагалось работать экскаваторами, исчислена за 1 куб. м.—1 руб. или на 1 куб. м. выемки 1,6 коп.

12. Ежегодный текущий ремонт снарядов строителем был оценен в 8% от их основной стоимости. В виду отсутствия опытных данных для расценки этого расхода, учитывая стоимость содержания мастерских и т. п., размер текущего ремонта принят по указанию экспертизы повышенным до 10%, в виду сложности снаряда. На 1 куб. м. выемки расход составляет 3,16 коп.

13. Стоимость укладки и содержания экскаваторных путей, относимая на 1 куб. м. выемки канала, складывается из расходов по износу путей, не зависящему от схемы разработки канала, и из расхода по перекладке путей, зависящей от относительного объема выемок, разрабатываемых по различным схемам.

В соответствии с характером местности, глубиной и объемом выемок и размером самого снаряда длина участка, одновременно разрабатываемого экскаватором, принята в 1½ км.

В виду тяжести экскаватора, дающего давление на каждую ось тележки до 28 тонн, путь запроектирован из брусьев 18 × 24 см., длиной 6,4 м., при количестве 1.600 брусьев на километр, включая сюда также продольные лежни под крайней рельсовой ниткой со стороны черпаковой рамы, укладываемые для лучшего распределения давления на грунт при проходе экскаватора по насыпи бечевника.

Заготовительная стоимость шпал, при стоимости древесины в 44 р. за 1 куб. м. франко-место работы определяется:

$0,18 \times 0,24 \times 6,40 \times 44 \times 1.600 \times 1,5 + 5\%$ запаса на замену при поломках и т. п. $= 12 \text{ р. } 16 \text{ к.} \times 1600 \times 1,5 \times 1,5 = 43.776 \text{ руб.}$

При 4-летнем сроке производства работ, заготовительная стоимость путевых брусьев сносится на работы полностью с добавлением сюда $\frac{0}{0}\frac{0}{0}$ на затраченный капитал за то же время. Отсюда стоимость путевых брусьев для экскаваторных путей падет на 1 куб. м. выемки в 1,72 к.

Рельсы и скрепления, в виду тяжести снаряда, запроектированы тяжелого железнодорожного типа 1-а. При трех рельсовых нитках вес рельс в одном километре экскаваторного пути составляет:

$$43.567 \times 3 = 130,71 \text{ тонн.}$$

Потребное количество рельс для экскаватора с запасом 10% на укладку переходов и т. п. равно 215,7 т.

При цене рельсы в 125 руб. за тонну, включая доставку на место работ, покупка рельс обойдется в 26.962 р. 50 к.

При общем сроке службы рельс в 25 лет, стоимость их амортизации за 4 года работы, отнесенная на 1 куб. м. выемки составит:

$$\frac{26.962,5 \times 4 \times 100}{25 \times 4 \times 790.000} = 0,14 \text{ коп.}$$

Количество скреплений определяется на 1,5 км. пути (с запасом 10%):

- а) Накладок типа 1-а $10,1 \times 1,5 \times 1,1 = 16,7$ тонн;
- б) Подкладка типа 1-а: . . $5,3 \times 1,5 \times 1,1 = 8,74$ тонны;
- в) Костылей » » . . $2,7 \times 1,5 \times 1,2 = 8,45$ »
- г) Болтов » » . . $0,86 \times 1,5 \times 1,2 = 1,42$ »

Заготовительная стоимость скреплений:

$$16,7 \times 165 \text{ р.} + 8,74 \times 140 \text{ р.} + 8,45 \times 290 \text{ р.} + 1,42 \times 320 \text{ р.} = 5.724 \text{ руб.}$$

Амортизация за 5 лет, при общем сроке службы этого материала в 15 лет, составит 1.908 р., а на 1 куб. м. выемки—0,06 коп.

$\frac{0}{0}\frac{0}{0}$ на капитал за 5 лет постройки, при 4 годах фактической работы, на 1 куб. м. выемки—0,03 коп.

Сумма всякого рода отчислений по указанным выше материалам составляет 1,95 коп. на 1 куб. м. выемки.

Стоимость укладки пути по готовому земляному полотну, включая в эту стоимость подвозку укладочных материалов на среднее расстояние $1\frac{1}{2}$ км. и первоначальный ремонт путей, строительством принята в сумме 1.500 р. за км. Соответственно перекладка пути в пределах разрабатываемого участка принимается в 900 р. за 1 км.

Стоимость работ по укладке путей на 1 км. канала при глубинах выемки менее 7 м., составляет $(1500 + 900) \times 2 = 4.800 \text{ р.}$, что дает при средней глубине канала в 4,5 м. на 1 куб. м. выемки—2,33 коп.

На участках канала со средней глубиной выемки 7,30 м., стоимость работ по укладке и передвижке путей, согласно принятым схемам разработки, составляет $(1.500 + 900 \times 3) \times 2 = 8.400 \text{ руб.}$ на 1 км. канала, что на 1 куб. м. выемки даст 2,10 коп. В виду близости величины путевого

расхода для обеих глубин выемки, полученный размер расхода в 2,33 к. принимаем для калькуляции независимо от глубины его выемки.

Полная стоимость содержания экскаваторных путей, приходящаяся на 1 куб. м. выемки, равна 4,28 коп.

14. Стоимость предварительных земляных работ по смягчению уклона полотна для укладки экскаваторных путей, принятая без общеналладных расходов по средней расценке 65 коп. за куб. м., при указанном ранее объеме работ, даст на 1 куб. м. выемки, производимой экскаватором, 2,17 коп.

15. Стоимость разравнивания земли и частичного трамбования насыпи бечевников также отнесена на 1 куб. м. выемки, производимой многоковшевыми экскаваторами. При имеющихся количествах выемки и насыпи на экскаваторных участках стоимость этих работ ложится на 1 куб. м. выемки в размере 3,08 коп.

16. Стоимость работ по планировке дна канала после работы многоковшевых экскаваторов сводится лишь к разравниванию оставшейся земли с ориентировочной расценкой на эту работу по 10 коп. на кв. метр. При средней глубине выемки в 4,5 м. стоимость отделочной работы составит на 1 куб. м. выемки 2,9 коп.

17. Перебор выемок по ширине для пропуска экскаваторов по бечевникам в размере 1%, составит около 0,42 коп. на 1 куб. м. выемки, каковая сумма и включается в калькуляцию.

18. Постройка и содержание жилых помещений и проч. хозяйственные расходы при работе экскаваторов учитываются на каждые 2 экскаватора, работающие попарно—по одному с каждой стороны канала. Не приводя исчислений, вполне отвечающих помещенным при подсчете тех же расходов для канатных снарядов, отметим лишь численный состав персонала, обслуживающего пару экскаваторов и расквартированного в общем лагере.

Бригады	113 чел. (зимой 32 чел.)
Землекопы	152 »
Служащие	32 »
Обслуживающий персонал	53 »

И т о г о . . . 350 чел., зимой 77 чел. (без учета семей).

Общий размер расходов по этой статье даст на 1 куб. м. выемки 4,00 коп.

Ниже помещается сводка стоимости 1 куб. м. выемки, разрабатываемой многоковшевым снарядом типа Е, предложенного для работ Волго-Донского канала О-вом Любекских машиностроительных заводов. Суммы показаны в копейках.

Наименование работ и расходов	Стоимость в коп. на 1 куб. м.
Отчисления на амортизацию и капитальный ремонт	3,32
% начисления на капитал	2,61
Содержание бригад	3,81
» запасной бригады	0,21
» бригад зимою	0,33
Охрана снарядов	0,13
Доставка снарядов и монтаж	1,11
Разборка и отвозка снарядов на склад	0,56
Т о п л и в о	5,0
Смазка и обтирочный материал	1,0
В о д а	1,6
Текущий ремонт снаряда	3,16
Экскаваторные пути	4,28
Работы по смягчению уклона экскаваторных путей	2,17
Разравнивание и трамбование бечевников	3,08
Планировка дна	2,9
Перебор выемок	0,42
Жилища и хоз. расходы	4,00
Накладные расходы на материал	0,20
Т о ж е на расилу	4,19
И т о г о	44,09
2% начисления на инструмент и рабочие приспособления	0,88
В с е г о	44,97 кругло 45 к.
Без начислений на непредвиденные расходы и содержание административно-технического аппарата	

(Окончание следует)

Материалы к подсчету стоимости производства работ канатно-скребковыми экскаваторами.

Предисловие.

Взятый твердый и правильный курс на строймашину, на широкую механизацию строительных работ, являясь весьма ценным в своей сущности, иногда оказывается весьма печальным в реализации его. Последнее происходит в силу того, что пределы, за которыми применение данной машины и технически и экономически невыгодно, нам малоизвестны. У нас, в СССР, с одной стороны, мало опыта, а с другой стороны, этот опыт почти не перерабатывается в направлении дальнейшего практического приложения его, в направлении выбора машин по основным факторам, определяющим возможность их применения и расчета предварительной стоимости производства работ данными машинами в данных условиях работ.

Для канатно-скребковых экскаваторов, каковые занимают доминирующее положение из ряда машин, применяемых на ирригационном строительстве Ср. Азии, рациональное использование их будет определяться соответствием следующим основным факторам, составляющим «условия работ»: 1) роду грунта, 2) поперечным сечениям элементов разработки (ширина и глубина), 3) количеству работ на погонную единицу элемента разработки, 4) общему количеству работ и 5) сроку работ.

Установкой экскаваторов без выполнения этих основных требований работа их будет обречена на удорожание и на отказ от экскаваторов.

Настоящая статья, нисколько не претендуя на полноту освещения затрагиваемого вопроса, все же будет иметь некоторую практическую ценность в деле расчета производительности экскаваторов, выбора их и подсчета стоимости производства работ, так как является результатом обработки учетного и отчетного материалов почти за 1½ годовую работу 3-х экскаваторов в «Упраголе», на очистке водосбора Шур-Узяк—Бьюсайрус кл. 14, Бьюсайрус кл. 7 и Мониган, и 8-мимесячную работу 3-х экскаваторов на Дальверзинстрое—два Бьюсайрус кл. 50 В и один Бьюсайрус кл. 14¹.

Весь материал в настоящей статье разбивается на три главы, именно:

¹ См. мои статьи в «Вестнике Ирригации» № 5 и 6 за текущий год. 1. «Из практики применения канатно-скребковых экскаваторов на ирригационных работах в Ср. Азии» 2. «О рациональном использовании канатно-скребковых экскаваторов на ирригационном строительстве в Ср. Азии».

1. Зависимость между производительностью канатно-скребкового экскаватора и условиями работ.

2. Зависимость между производительностью канатно-скребкового экскаватора.

3. Выбор канатно-скребковых экскаваторов и примеры подсчета стоимости производства работ.

Выведенные автором формулы производительности канатно-скребковых экскаваторов выражают последнюю в зависимости от рода грунтов и условий работ с выгрузкой грунта в отвал, т. к. в условиях ирригационного строительства надобности в отвозке грунта почти не бывает, а при наличии ее легко может быть заменена перекидкой вынутого грунта в поперечном направлении теми же экскаваторами, что будет обходиться дешевле отвозки его поездами или гужевым транспортом¹.

Для определения эффективности использования экскаваторов введено понятие «суммарное рабочее время», равное числу календарных дней работы экскаватора $\times$ на число рабочих смен $\times$ на продолжительность одной рабочей смены. Производительность экскаваторов и расход материалов указываются за единицу полезной работы, складываемой из времени чистой работы (экскавации) и времени нормальной передвижки экскаватора по фронту работ.

Фактическое рабочее время (валовая работа), таким образом, составит из времени полезной работы экскаватора и непроизводительных остановок и передвижек и равно суммарному рабочему времени без дней отдыха, праздничных дней и недоработки времени накануне этих дней.

Во всех случаях принимается 2-х сменная работа, как наиболее отвечающая и экономической, и технической эксплуатации экскаваторов, особенно в условиях Ср. Азии.

Как указано выше, материалом для настоящей статьи послужили учетные и отчетные документы о работе экскаваторов на строительствах ГУВХ Средней Азии. При обработке этого материала автором использована, по возможности, как русская, так и иностранная литература, по вопросу производства работ канатно-скребковыми экскаваторами.

Глава I.

1. Зависимость между производительностью канатно-скребкового экскаватора (dragline excavator) и условиями работ.

Если обозначить через t —время погрузки и выгрузки грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле в мин., t_1 —время погрузки и выгрузки 1 куб. метра грунта в твердом теле, при чем $t_1 = \frac{t}{V_k}$, где V_k —емкость ковша в куб. метр.;

t_2 — время полезной работы экскаватора на погрузку и выгрузку 1 куб. метр. грунта по обмеру в твердом теле в мин., при чем $t_2 = t_1 \times \lambda$, где λ —коэффициент передвижки экскаватора, выводимый из отношения времени полезной работы экскаватора ко времени чистой работы его;

t_3 — время экскавации ковша в минутах.

$$t_3 = t \times \frac{q}{q_1},$$

¹ В данном случае исключается разработка котлованов под гидротехнические сооружения, каковые по своим относительным размерам и количеству работ на погонную единицу, могут разрабатываться только или дерриками или экскаваторами с обязательной отвозкой грунта.

где: $\frac{q}{q_1}$ — отношение объема зачерпнутого грунта в плотном теле к теоретической емкости ковша (принимается полное наполнение ковша);

R —расстояние одной передвижки экскаватора в мтр. Оно, примерно, равно радиусу черпания экскаватора¹.

Практически это расстояние оправдывается тем, что экскаватор, работая «взад», имеет обычно продольное сечение разработки по треугольнику с основанием последнего у подножия экскаватора и вершина этого треугольника разрабатывается с закидкой ковша по малости кубатуры вначале разработки нового «забоя». При работе экскаватора с берега, расстояние передвижки можно принимать в 0,85 R ;

F —площадь поперечного сечения канала;

V_R —объем грунта в кб. метрах на одну передвижку экскаватора:

$$V_R = F \times R$$

m — число передвижек экскаватора за рабочий день;

$$m = \frac{T_{\text{дн}} \times V_e}{V_R + V_e \times R \cdot t_n}$$

где: $T_{\text{дн}}$ — число минут в рабочем дне.

В расчет принимается 16-ти часовой 2-х сменный рабочий день = 960 мин.

V_e — производительность экскаватора за единицу времени в мтр.³,

t_n — время передвижки экскаватора на 1 погонный метр в минутах;

t_1 — продолжительность одной полной передвижки экскаватора в минутах $t_1 = R \times t_n$;

$V_{\text{дн}}$ — дневную производительность экскаватора в кб. мтр., то последняя может быть выражена следующими формулами:

$$V_{\text{дн}1} = \frac{T_{\text{дн}}}{t_1 + \frac{t_1}{V_R}} \dots \dots \dots (1)$$

$$V_{\text{дн}2} = V_R \times m \dots \dots \dots (2)$$

$$V_{\text{дн}3} = \frac{T_{\text{дн}}}{t_1 \times \gamma} = \frac{T_{\text{дн}} \times V_k}{t \times \gamma} \dots \dots \dots (3)$$

Если в формулу (1) вместо t_1 подставить равное ему $\frac{t}{V_k}$, то получим:

$$V_{\text{дн}1} = \frac{T_{\text{дн}}}{\frac{t}{V_k} + \frac{t_1}{V_R}} = \frac{T_{\text{дн}} \times V_k \times V_R}{t \times V_R + t_1 \times V_k} \dots \dots \dots (1-a)$$

¹ Строго говоря, расстояние одной передвижки экскаватора есть величина переменная и зависит от кубатуры выемки на погонную единицу элемента разработки и условий отвала вынутаго грунта.

В тех случаях, когда кубатура выемки на погонную единицу элемента разработки выше некоторой средней, свободно укладываемой на поверхности земли в сфере одной передвижки, расстояние последней будет меньше R . Принимая его величиной постоянной, равной радиусу черпания, в указанных случаях будет допускаться ошибка, влияние которой на результаты подсчета производительности экскаваторов и стоимости работ будет настолько незначительно, что учет ее практически не заслуживает внимания.

Подставив в формулу (2) значение m , приведенное выше, получим

$$V_{\text{ан}2} = \frac{T_{\text{ан}} \times V_e \times V_R}{V_R + V_e \times R \times t_n} \dots \dots \dots (2-a)$$

Остановимся на каждой выведенной выше формуле:

$$V_{\text{ан}1} = \frac{T_{\text{ан}} \times V_k \times V_R}{t V_R \times t_4 V_k} \dots \dots \dots (1)$$

Данная формула дает возможность определить производительность экскаватора, когда известны время экскавации грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле (t); продолжительность одной полной передвижки (t_4); кубатура выемки на расстоянии одной передвижки (V_R) и емкость ковша (V_k).

$$V_{\text{ан}2} = \frac{T_{\text{ан}} \times V_e \times V_R}{V_R + V_e \times R \times t_n} \dots \dots \dots (2)$$

По данной формуле производительность экскаватора определится, когда известны—кубатура выемки на расстоянии одной передвижки (V_R), расстояние одной передвижки экскаватора (R), производительность экскаватора за единицу времени (V_e) и время передвижки экскаватора на 1 погон. метр последней (t_n).

$$V_{\text{ан}3} = \frac{T_{\text{ан}} \times V_k}{t \times \gamma} \dots \dots \dots (3)$$

По этой формуле производительность экскаватора определится, когда известны—время экскавации грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле (t), емкость ковша данного экскаватора (V_k) и коэффициент передвижки экскаватора (γ).

Как общей формулой, будем пользоваться формулой (3), остальные же будут служить для проверки целесообразности применения выбранного экскаватора при данной кубатуре работ на единицу передвижки его по фронту работ.

Все представленные выше формулы выражают производительность экскаватора за время полезной работы его с выгрузкой грунта в отвал без учета качества грунта, состояния экскаватора, условий работ и потери времени на набор топлива и воды, ремонт машин и прочее.

Обозначим дальше:

через φ — коэффициент понижения производительности экскаватора по трудности разработки грунта;

φ_2 — коэффициент общего состояния экскаватора по его изношенности;

φ_3 — коэффициент понижения производительности экскаватора от условий работ;

φ_4 — коэффициент понижения производительности экскаватора от потери времени на остановки для набора воды и топлива, текущего ремонта машин, на расчистку и подготовку пути для экскаватора и прочее.

Подставляя перечисленные выше коэффициенты в формулы производительности экскаватора, получим уже формулы, учитывающие все условия работ данного экскаватора.

Общая формула производительности экскаватора с выгрузкой грунта в отвал примет отсюда следующий вид.

$$V_{\text{ан}} = \frac{T_{\text{ан}} \times V_k}{t \times \gamma} \times \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3 \times \varphi_4 \dots \dots \dots (4)$$

Заменяя t , λ , φ_1 , φ_2 , φ_3 и φ_4 соответствующими числовыми значениями, получим производительность экскаватора в тех или иных условиях работ и при данном роде грунта.

Установление по данным практики числовых значений для t , t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , φ_1 , φ_2 , φ_3 , и φ_4 и производительности экскаваторов разных размеров при разных условиях работ и будет составлять основную задачу настоящей главы.

Здесь не лишним будет привести формулы для подсчета производительности экскаваторов других авторов, именно:

Инж. Моргунов Ф. П. в его книге «Новая Туркмения» стр. 123, приводит следующую опытную формулу стоимости работ и производительности экскаваторов

$$X = \frac{1}{\varphi} \times \frac{A}{T} \left[t + \left(\frac{t_1 n}{V_1} + \frac{t_2}{V_1} + \varphi \frac{t_3}{V_3} + \frac{t_4}{V_2} + \frac{t_5}{V_2} \right) + \frac{A_1}{V_4} \right]$$

$$T = V \left[\frac{t_3}{V_5} + \frac{t_1 n + t_2}{V_1} + \frac{\varphi t_3}{V_3} \right] + t_4 + t_5$$

$$T = \frac{t_3}{V_5}$$

X — средняя стоимость в рублях выемки и нагрузки на подвижной состав 1 куб. саж. грунта;

φ — коэффициент разрыхления;

A — средний дневной расход на содержание машины, включая амортизацию и % на затраченный капитал;

T — рабочее время дня в минутах;

t — среднее время нагрузки 1 куб. сажени (по обмеру в подвижном составе);

t_1 — время, потребное на передвижку подвижного состава при нагрузке;

n — число вагонов в поезде или шаланд в караване;

V_1 — объем поезда или каравана в сж³;

t_2 — время, потребное на подачу подвижного состава, включая сюда и ожидание его;

V_3 — объем земли, вынудой с одной стоянки землеройной машины (по обмеру грунта в плотном теле);

t_3 — время, потраченное на передвижку машины;

t_4 — расход времени на прием воды и топлива;

t_5 — расход времени на ремонт, исправление поломок и всякие другие непредвиденные обстоятельства;

V_2 — объем грунта, сработанного за один рабочий день (по обмеру в подвижном составе или кавальере);

V_4 — объем земли, сработанный за один полный проход по фронту выемки (обмер в плотном теле грунта в куб. саж.);

t_3 — время одного оборота черпака;

V_5 — объем земли в черпаке в куб. саж.;

A_1 — стоимость передвижения землеройной машины из одного крайнего положения выработки в другое, или стоимость поворота ее.

При выгрузке грунта в отвал — указанная формула будет иметь следующий вид.

$$X = \frac{1}{\varphi} \times \frac{A}{T} \left[t + \varphi \frac{t_3}{V_3} + \frac{t_4}{V_2} + \frac{t_5}{V_2} \right]$$

$$T = V_2 \left[\frac{t_5}{V_5} + \frac{\varphi t_3}{V_3} + t_4 + t_6 \right]$$

$$T = \frac{t_5}{V_5}$$

Для разработки лессового грунта экскаватором Б-с кл. 14. с емкостью ковша в 1,53 м³. на колесном ходу Ф. П. Моргуниенков приводит следующие числовые значения:

φ — для лессового грунта принимается = 0,60;

t_3 — для гусеничных и электрических на рельсах принимается в 3 минуты на стоянку;

$V_3 = 60 \text{ м}^3 = 6,0 \text{ куб. саж.}$;

t_4 — принимается = 5% от рабочего времени, т. е. $t_4 = 0,05 \times 16 \times 60 = 48 \text{ мин.}$ при 2-х сменной работе и 16-ти часовом рабочем дне;

t_6 — составляет, примерно, 10% от рабочего времени, т. е. $t_6 = 16 \times 60 \times 0,10 = 96 \text{ минут}$;

$$V_2 = \frac{60 \times 16}{0,6} = \frac{96}{0,6} = 1.600 \text{ куб. м.};$$

$t_5 = 0,5 \text{ мин.}$;

$V_5 = 0,10 \text{ куб. саж.} = 1,0 \text{ метр}^3$.

Инж. Заорский А. В. в статье «О составлении проекта экскаваторных работ»¹ дает следующую общую формулу для подсчета эффективной производительности экскаватора:

$$q_4 = \frac{1}{\frac{60}{k \cdot k' \cdot q} + \frac{t''}{n \cdot v} + \frac{t'''}{v} + \frac{t''''}{a \cdot \omega}}$$

где $q = \frac{\text{куб. саж.}}{\text{мин.}}$ — гарантированная производительность;

k — коэффициент уменьшения от рода грунта;

$k' = k_1 \times k_2 \times k_3$ — коэффициент уменьшения от неблагоприятных условий;

a — длина элемента разработки;

ω — средняя площадь сечения элемента разработки;

v — емкость единицы подвижного состава;

n — число таких единиц;

t'' — задержка для смены поездов;

t''' — задержка для подачи очередного вагона;

t'''' — задержка на передвижку экскаватора.

При выгрузке грунта в отвал эта формула примет следующий вид

$$q_4 = \frac{1}{\frac{60}{k \cdot k' \cdot q} + \frac{t''''}{a \cdot \omega}}$$

Проф. Арнольд В. В.² приводит следующую общую формулу для подсчета производительности экскаватора:

$$D = \frac{M}{\left(Ct + t_1 + \frac{t_2}{n} \right) \times \frac{1}{C} + \frac{t_3}{LA}} = \frac{M}{t + \frac{t_1}{C} + \frac{t_2}{nC} + \frac{t_3}{LA}}$$

¹ См. Материалы к проекту проф. И. Г. Александрова. II выпуск.

² «Машина в строительном деле» стр. 149.

где t — продолжительность работы по выемке и выгрузке одного куб. метра грунта по обмеру в твердом теле;
 C — вместимость погрузной вагонетки;
 t_1 — продолжительность перерыва в работе экскаватора, необходимого для перемены погрузной вагонетки;
 t_2 — продолжительность перерыва в работе для перемены подвижного состава;
 t_3 — продолжительность перерыва в работе для передвижки экскаватора;
 n — число вагонеток в погрузном поезде;
 m — число передвижек экскаватора за рабочий день;
 L — расстояние одной передвижки;
 M — число минут в рабочем дне;
 A — площадь поперечного сечения выемки;
 $D = L A m$ — объем грунта, вынимаемого экскаватором за рабочий день.

При выгрузке грунта в отвал вышеуказанная формула примет следующий вид

$$D = \frac{M}{t + \frac{t_3}{L A}}$$

Каждая из этих формул имеет свою практическую ценность, о которой предоставляется судить читателям.¹

Вернемся к основной своей задаче — выявлению практических числовых значений для буквенных обозначений элементов формул, выведенных автором настоящей статьи.

Кстати, можно отметить, что эти числовые значения могут быть использованы для исчисления производительности экскаваторов и по формулам перечисленных выше авторов.

Числовые значения коэффициентов φ_1 , φ_2 и φ_3 приводятся ниже в таблице 1. (См. табл. 1).

В пояснение к таблице 1 необходимо указать следующее:

1. Коэффициенты φ_0 — позаимствованы из Временного Справочника на земляные работы, изд. Госпл. СССР. (стр. 12, 13 и 14).

2. Коэффициенты φ_1 — введены по φ_0 , именно $\varphi_1 = \frac{1}{\varphi_0}$

3. φ_2 — коэффициент понижения производительности экскаватора от общей изношенности его. Он принимается по опыту от 1 до 0,50 и зависит от изношенности паровых машин, котла, лебедок и черпакового устройства (ковша, блоков и троссов).

4. φ_3 — коэффициент понижения производительности от условий работ принимается по опыту от 1 до 0,50.

Под условиями работ понимаются:

1. Глубина забора грунта ниже стоянки экскаватора;
2. Условия черпания и отвала грунта — (разработка целины без плывуна и с плывуном, выемка грунта с природной влажностью, тоже из воды; разработка грунта, поросшего камышом; угол поворота стрелы для отвала и прочее).
3. Условия передвижки экскаватора;
4. Рельеф местности по фронту работ.

¹ См. также: 1. Earthwork and its Cost. A handbook of Earth excavation. H. P. Gillette. Изд. 1920 г., стр. 405—411.

2. Excavation Machinery. Methods and Cost. A. B. Daniel. Изд. 1919 г., стр. 284—287.

Таблица 1.

№№ по порядку	Коэффициенты	Классификация грунтов по Н. У. П. Госплана СССР				
		Группа 1 и 2	Группа 3-а и 3-б	Группа 4	Группа 5 и 6	Группа 7, 8 и 9
		Песок, супесок, легкие суглинки	Песок с примесью крупного гравия, мелк. гравий, ср. гравий	Тяжелые суглинки, жирные глины	Жирные глины, тяжелые суглинки с примесью гравия	Меловые породы, скала, конгломер. мерзл. грунт.
1	Коэффициент трудности разработки по НУ. Положения φ_0	1,0	1,10	1,50	1,90—2,0	2,5—3,0
2	Коэффициент понижения производительности от трудности разработки φ_1	1,0	0,91	0,667	0,526—0,50	0,4—0,333
3	Коэффициент понижения производительности от общей изношенности экскаватора φ_2	от	1	до	0,50	
4	Коэффициент понижения производительности экскаватора от условий работ φ_3	от	1	до	0,50	

Что же касается коэффициента φ_4 как фактора, влияющего на общую производительность экскаватора, то его из формулы будем исключать и учитывать вычитанием из суммарной работы экскаватора определенного % времени. За суммарную работу принимается календарный месяц, т. е. 30 дней $\times$ на число рабочих смен $\times$ на продолжительность одной рабочей смены.

По данным как русской, так и заграничной практики, среднее значение φ_4 может быть принято в 10% от суммарного рабочего времени, т. е. в 3 дня в месяц, при нормальном состоянии машины, надлежащем оборудовании работ ремонтными средствами, снабжении запасными частями и подготовленном обслуживающем персонале.

Исключая, кроме этого, еще 5 дней или 17,5% в месяц (каковые могут быть использованы для промывки котла и текущего ремонта)—праздничные дни, дни отдыха и недоработка накануне этих дней—мы получим, таким образом, время полезной работы экскаватора в 72,5% от суммарной работы экскаватора или 22 дня за месяц. Полезная работа отсюда будет складываться из времени чистой работы и времени, затрачиваемого на нормальную передвижку экскаватора по фронту работ.

В дальнейшем время суммарной, полезной и чистой работы будем обозначать:

через T_c — время суммарной работы;

» T_n — » полезной »

» T_{ch} — » чистой » экскаватора.

Коэффициент передвижки $\lambda = \frac{T_n}{T_{ch}}$ находим из отчетных документов о работе экскаваторов в Голодной степи.

По работе экскаваторов на очистке Шур-узякской водосборной сети в 1926—27 и 1927—28 г. средний коэффициент передвижки составил:

Для Бьюсайрус кл. 14 № 842—1.075;
 » Бьюсайрус » 7 № 851—1.135;
 » Монигана » № 214—1.042.

Вывод их указывается в таблицах 1-а, 1-б и 1-в.

Средний коэффициент передвижки по экскаватору Б-с кл. 14 № 842.

Таблица 1-а.

№№ по порядку	Г о д и м е с я ц	Время чистой работы	Время полезной работы	Коэфф. передвиж. экскаватора
1927 г.				
1	Октябрь	239,50	266,02	1,112
2	Ноябрь	228,0	245,75	1,075
3	Декабрь	91,92	96,17	1,048
1928 г.				
4	Январь	—	Ремонт экскаватора	
5	Февраль	32,08	33,25	1,040
6	Март	270,08	299,66	1,105
	Итого	861,58	941,75	1,092
7	Апрель	128,25	138,83	1,082
8	Май	265,25	283,07	1,068
9	Июнь	270,33	286,75	1,060
10	Июль	313,75	331,67	1,058
11	Август	323,42	339,42	1,050
12	Сентябрь	294,65	307,92	1,045
	Итого	1595,92	1687,93	1,057
	Всего	2457,50	2629,68	1,075

Из приведенных средних значений коэффициента передвижки во всех последующих расчетах будем принимать: $\chi = 1,075$ для колесного хода и $\chi = 1,040$ для гусеничного хода. По тем же материалам время передвижки экскаватора, приходящееся на 1 погон. метр, составляет 1,10 мин.—для экскав. Б-с кл. 14; 2,7 мин. для Б-с кл. 7 и 3,26 мин. для Монигана.

Вывод времени передвижки на 1 пог. метр указывается в таблицах 1-г, 1-д, 1-е.

Средний коэффициент передвижки по экскаватору Б-с кл. 7 № 851.

Таблица 1-б

№№ по порядку	Г о д и м е с я ц	Время чистой работы в часах	Время полезной работы в часах	Коэффициент передвижки экскаватора
1927 г.				
1	Октябрь	82,25	86,08	1,045
2	Ноябрь	165,66	168,99	1,020
3	Декабрь	95,92	100,58	1,050
1928 г.				
4	Январь	—	Переброска и ремонт экскаватора	
5	Февраль	—		
6	Март	—		
Итого		343,83	355,65	1,035
7	Апрель	57,75	63,67	1,115
8	Май	119,00	132,66	1,112
9	Июнь	231,83	263,41	1,114
10	Июль	194,08	237,16	1,223
11	Август	211,42	266,34	1,260
Итого		814,08	963,16	1,185
Всего		1157,91	1318,81	1,135

Средний коэффициент передвижки по экскаватору Мониган № 214.

Таблица 1-в.

№№ по порядку	Г о д и м е с я ц	Время чистой работы в часах	Время полезной работы в часах	Коэффициент передвижки экскаватора
1927 г.				
1	Август	99,58	104,41	1,048
2	Сентябрь	121,92	126,84	1,040
Итого		221,50	231,25	1,044
3	Октябрь	10,42	11,58	1,110
4	Ноябрь	65,75	69,91	1,065
5	Декабрь	58,75	60,58	1,033
Итого		134,92	142,07	1,052
Всего		358,42	373,32	1,042

По экскаватору Б-с кл. 14 № 842.

Таблица 1-г.

№№ по порядку	Год и месяцы	Род грунта, рельеф местности	Пройденное расстояние в мтр.	Время, затрачен. на передвижку в часах	Время, падающее на 1 п. м. передвижки в часах	Примечание
	1927 г.	Грунт песчано-глинистый в целине. Нижний слой плавун.				
1	Октябрь . . .		Пересеч.	1107,78	27,42	0,0248
2	Ноябрь. . . .		Пересеч.	786,57	17,75	0,0226
3	Декабрь . . .		Равнина	260,10	4,25	0,0163
	1928 г.					
4	Январь. . . .		—	—	—	Ремонт экскав.
5	Февраль . . .	Равнина	113,60	1,17	0,0103	
6	Март.	Заболоч. низина	1294,70	29,58	0,0228	
	Итого .	Грунт песчано-глинистый, поросший камышом, выемка из воды	—	3562,85	80,17	0,0968
	Ср. значение из приведен.		—	713,00	16,20	0,01938 = 1,15 мин.
7	Апрель.		Равнина	551,50	10,58	0,0192
8	Май		Пересеч.	706,50	17,92	0,0252
9	Июнь		Равнина	927,70	16,42	0,0177
10	Июль.		»	1098,00	17,90	0,0163
11	Август.		»	1186,00	16,00	0,0135
12	Сентябрь. . . .		»	893,50	13,17	0,0147
	Итого .			6077,05	108,72	0,1066
	Ср. значение из приведен.			1012,0	18,12	0,0178 = 1,07 мин.
	Всего .			9639,90	188,89	0,2033
	Среднее за весь период работ			874,0	17,15	0,0184 = 1,12 мин.

По экскаватору Б-с кл. 7 № 851.

Таблица 1-д.

№ п. п.	Год и месяцы	Год грунта, рельеф местности	Пройденное рас- стояние в мтр.	Время, затрачен- ное на передвиж- ку в часах	Время, падающее на 1 п. м. пере- движки в часах	Примечание
	1927 г.					
1	Октябрь .	Песчано-глинист. поросш., камы- шом. Выемка из воды.	Рельеф	80,00	3,83	0,048
2	Ноябрь .		Местность	128,00	3,33	0,026
3	Декабрь .		Пересеченный— сухой	80,00	4,66	0,058
	1928 г.					
4	Январь .	Песчано-глинист. поросш., камы- шом. Выемка из воды.	Переброска и ре- монт экскаватора			
5	Февраль .					
6	Март . . .					
	Итого . .		288, 0	11,82	0,132	
	Среди. зна- чен. из приведен.		96, 0	3,94	0, 044	2,64 мин.
7	Апрель . .	Песчано-глинист. поросш., камышом. Выемка из воды.	Рельеф местно- сти, пересечен- ный, местами за- болоченный	127,80	5,92	0,0464
8	Май			179,70	13,66	0,0761
9	Июнь . . .			774, 0	31,58	0,0407
10	Июль . . .			1357,37	43,08	0,0317
11	Август . . .			1615, 0	51,92	0,034
	Итого . .		4053,77	149,16	0,2289	
	Среди. зна- чен. из приведен.		812, 0	33,50	0,0458	
	Всего . . .	—	4341,77	160,98	0,3609	
	Среднее значение из приве- ден. . . .		352, 0	20, 0	0, 045	2,7 мин.

По экскаватору Мониган № 214.

Таблица 1-е.

№№ п. п.	Г о д и месяцы	Род грунта, рельеф местности	Пройденное рас- стояние в мтр.	Время, затрачен- ное на передвиж- ку в часах	Время, падающе- е на 1 п. м. пере- движки в часах	Примечание
	1927 г.					
1	Август	Пересеч.	101,50	4, 83	0,045	
2	Сентябрь	Т о ж е	150,00	4, 92	0,0328	
	Итого	—	151,50	9, 75	0,0803	
	Среднее значе- ние из приведен- ных	—	125,75	4,875	0,0388	2,23 мин.
3	Октябрь	Пересеч.	10, 0	1, 16	0, 116	
4	Ноябрь	Т о ж е	79, 0	2, 16	0,0366	
5	Декабрь	Т о ж е	47, 0	1, 83	0,0389	
	Итого	—	136,00	5, 15	0,1915	
	Среднее значе- ние из приведен- ных	—	45,30	1, 72	0,0638	3,83 мин.
	Всего	—	387,50	14, 90	0,2718	
	Среднее значе- ние из приведен- ных	—	77,40	2, 88	0,0543	3,26 мин.

Во всех последующих расчетах будем принимать время передвижки экскаватора на 1 пог. метр (t_n), для экскаваторов на колесном ходу — 1,10 мин., и 0,55 мин. для экскаваторов на гусеничном ходу. Для последних время передвижки на 1 пог. метр колеблется от 0,35 мин. до 0,75 мин. и выведено на основании обработки отчетных документов о работе экскаваторов Бьюсайрус кл. 50-В на Дальверзинстрое в текущем 1928/9 году.

Существенным фактором, влияющим на производительность экскаватора, является время погрузки и выгрузки грунта в объемах ковша по обмеру в твердом теле— t или в разрыхленном— t_3 . Последнее есть время экскавации, т.е. время полного оборота ковша для погрузки и выгрузки зачерпнутого грунта. Ниже приводится таблица 2 средних

значений продолжительности экскавации ковша при разработке грунтов с различными коэффициентами трудности разработки.

Таблица 2.

№ п. п.	Наименование	Р о д г р у н т а				
		Группа 1 и 2	Группа 3-а; 3-б	Группа 4	Группа 5-6	Группа 7, 8 и 9
1	Коэффициент трудности разработки φ_0	1,0	1,10	1,50	1,90 - 2,0	2,5—3,0
2	Время погрузки и выгрузки грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле t	0,686	0,75	1,03	1,312—1,372	1,715—2,06
3	Коэффициент отношения зачерпнутого грунта по обмеру в твердом теле к емкости ковша q/q_1	0,56	0,56	0,61	0,94	0,43
4	Продолжительность экскавации ковша по q/q_1	0,384	0,420	0,628	1,235—1,290	0,737—0,886

Время погрузки и выгрузки ковша по обмеру в твердом теле t , указанное выше в таблице 2, выведено на основании анализа работы экскаватора Бьюсайрус кл. 14 по очистке водосбора Шур-Узяк в Голодной степи. Для вывода времени погрузки и выгрузки грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле были использованы суточные рапорта, извлечение из которых приводится ниже в таблице 3. По данным последней, выведено среднее значение продолжительности погрузки и выгрузки грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле для песчано-глинистого грунта в целине $t=0,768$ мин. и для песчано-глинистого грунта с плывуном в нижней части выемки и поросшем камышом $t=1,006$ м.

По трудности разработки первый может быть отнесен к группе 3-а и 3-б, а второй будет находиться между группами 3-а, 3-б и 4-й. По ним выводим t для грунта 1 и 2 группы, т.е. для грунтов с коэффициентом трудности разработки $\varphi_0 = 1,0$.

В первом случае $t_{\varphi_0} = 0,91 \times 0,768 = 0,70$ м.

Во втором—коэффициент понижения производительности для данного грунта находится между 0,91 и 0,667 и с приближением может быть выражен в 0,698. Отсюда $t_{\varphi_0} = 1,006 \times 0,698 \approx 0,70$.

Продолжительность экскавации 1 куб. метра грунта 1 и 2 группы по обмеру в твердом теле, при емкости ковша у экскаватора Бьюсайрус кл. 14 в $1,53 \text{ м}^3$. таким образом, выразится следующим числом: $t_1 = 0,70 : 1,50 = 0,467$ мин.

При выводе выше продолжительности экскавации ковша и на 1 куб. метр. грунта, не учтена общая изношенность экскаватора в момент работ.

Поэтому полученные значения для t и t_1 нуждаются еще в поправке на общую изношенность экскаватора, введением определенной величины числового поправочного коэффициента. Последний находим следующим образом:

Таблица 3.

№ № по порядку	Дата работы экскаватора и род грунта	Выработано за день м³	Пройдено расстояние за день мтр.	Средняя площадь выемки кв. м.	Время чистой работы часы мин.	Время суммарной работы 60 в часы мин.	Число экскавации по теоретическому объему ковша	Продуктивность экскавации ковша по времени чистой работы мин.	То же по времени суммарной работы мин.
1	2/X—27 г. грунт песчано-глинистый в целине .	1627, 4	45, 3	35, 58	15, 0 900, 0	18, 0 1080, 0	1080, 50	0, 83	0, 998
2	3/X—27 г. грунт тот же	1577, 45	48, 70	32, 40	12 ч. 45 м. 765	17, 0 1020, 0	1050, 10	0, 727	0, 970
3	4/X—27 г. грунт тот же	434, 38	14, 80	31, 0	3 ч. 45 м. 225	17, 0 1020, 0	346, 0	0, 65	2, 95
4	6/X—27 г. грунт тот же	1491, 24	50, 50	29, 50	14 ч. 25 м. 865, 0	17, 0 1020, 0	995, 0	0, 87	1, 05
5	10/X—27 г. грунт тот же	1440, 50	41, 20	35, 0	13, 0 980, 0	18, 0 1080, 0	1042, 0	0, 75	1, 035
Итого		6570, 97	200, 50	32, 70	56 ч. 55 м. 3535, 0	87, 0 5220, 0	4513, 60	3, 827	7, 003
Среднее значение из приведенных		1312, 0	40, 10	32, 70	11 ч. 23 м. 706, 0	17 ч. 24 м. 1047, 0	902, 0	0, 768	1, 40

БИБЛИОТЕКА
Одн. хозяйства

Продолжение табл. 3.

№ по порядку	Дата работы экскаватора и род грунта	Выработано за день м³	Пройдено расстояние за день мтр.	Средняя площадь выемки кв. м.	Время чистой работы часов	Время сугмарной работы часов	Число экскавации по теоретическому объему ковша	Продуктивность экскавации ковша по времени чистой работы мин.	То же по времени сугмарной работы мин.
6	26 X—27 г. грунт песчано-глинистый с плывуном в нижних слоях	742, 0	55,20	13,45	8,0 480,0	17,0 1020,0	494,0	0,972	4, 80
7	27 X—27 г. грунт тот же	1064,07	89, 0	11,95	10 ч. 10 м. 610,0	16 ч. 30 м. 990,0	710,0	0,860	1, 25
8	28/X—27 г. грунт тот же	670, 675,	89,50	13,35	7 ч. 30 м. 450,0	14,0 840,0	437,0	1, 01	1, 88
9	30/X—27 г. грунт тот же	271,39	14, 0	19,39	3 ч. 40 м. 220,0 м.	17,0 1020,0	180,0	1, 22	5, 66
10	31/X—27 г. грунт тот же	850,99	943,20	20, 0	9 ч. 15 м. 555,0	17,0 1020,0	573,0	0, 97	1, 78
	Итого	3609,53	290,90	78,13	38 ч. 35 м. 2315,0	81 ч. 30 м. 4890,0	2374,0	5,032	15, 37
	Среднее значение из приведенных	721,50	58,30	15,64	7 ч. 43 м. 463,0	16 ч. 18 м. 978,0	474,0	1,006	3,078

По данным суточных рапортов по экскаватору Бьюсайрус кл. 14 № 842, работа последнего в наиболее благоприятных условиях протекала в октябре и ноябре месяце 1927 г. Из них выбираем максимальные дневные выработки при сравнительно минимальной затрате времени на чистую работу по выемке песчаного и суглинистого грунтов (грунты 1 и 2 группы), таковые оказались следующими.

Таблица 4.

№ п/п	Дата	Время чистой работы в часах/м.	Выработка за время чистой работы м³	Выработка за час чистой работы м³	Примечание
1	9/X — 27 г.	12 ч. 00 м.	1411,0	118,0	Извлечено из суточных рапортов о работе эск. Б-с кл. 14 № 842 на очистке Шур-узякской водосборной сети в Голодной степи в 1927 году.
2	13/X — 27 »	7 » 25 »	1065,0	142,5	
3	14/X — 27 »	9 » 55 »	1343,0	133,5	
4	3/XI — 27 »	12 » 10 »	1508,0	125,0	
5	9/XI — 27 »	11 » 35 »	1624,0	141,0	

Средняя максимальная часовая выработка экскаватора по данным таблицы 4 составляет 132 м³. Из последнего дневная производительность экскаватора за 8 часовой рабочий день чистой работы составит:

$$V_{\text{дн}} = 132 \times 8 = 1056 \text{ куб. мтр.}$$

Ее и будем считать дневной возможной производительностью экскаватора с емкостью ковша в 1,53 м³ при разработке грунтов группы № 1 и 2. По выведенной выше продолжительности экскавации 1 куб. мтр. грунта в твердом теле $t = 0,467$, фактическая производительность экскаватора за 8 часовой рабочий день чистой работы составит:

$$\frac{8 \text{ ч.}}{0,467} = \frac{480}{0,467} = 1030 \text{ м}^3.$$

Из сопоставления фактической производительности экскаватора с возможной, находим коэффициент общей изношенности экскаватора Б-с кл. 14 во время работ. Как видно, он составлял:

$$\eta_2 = \frac{V_{\text{ф}}}{V_{\text{в}}} = \frac{1030}{1056} = 0,98.$$

Поэтому, время экскавации ковша и соответственно 1 куб. метра грунта, выведенное выше, с введением коэффициента η_2 составит:

$$t = 0,70 \times 0,98 = 0,686 \text{ мин.}$$

$$t_1 = 0,467 \times 0,98 = 0,457 \text{ мин.}$$

Полученной таким образом продолжительностью погрузки и выгрузки грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле при равенстве всех входящих коэффициентов единице и будем пользоваться в дальнейшем для расчетов производительности экскаваторов.

При этом следует отметить, что время погрузки и выгрузки грунта в объеме ковша по обмеру в твердом теле (t) принимается величиной постоянной для ковша любой емкости при равных условиях работ и одинаковом роде грунта, т.-е. здесь делаются допущения, что 1) время для собственно загрузки и выгрузки ковша, независимо от его емкости, постоянно; 2) угловые скорости поворота экскаватора для операций загрузки

и выгрузки ковша, при наличии стрел разной длины и ковшей различной емкости, одинаковы; 3) производительности экскаваторов по 1 и 2 допущенным прямо пропорциональны емкостям ковшей.

Перечисленные выше допущения оправдываются следующим сравнением отношений между емкостями ковшей и производительностями экскаваторов¹, сведенными в таблицу 5, а также данными таблицы 5-а, полученной в результате обработки отчетного материала о работе экскаваторов на работах Дальверзинстроя и Упрагола в 1928—29 г.²

Таблица 5.

№№ по порядку	Емкость нормального ковша в м. ³	Производительность экскаватора в м. ³ в час	Отношение между емкостями ковшей	Отношение между производительностями экскаваторов при данной емкости ковша
1	0,57	23—69	2,000	2,000
2	1,15	46—138	1,300	1,325
3	1,53	61—183	1,250	1,250
4	1,91	76—229	1,300	1,170
5	2,48	92—268	1,235	1,145
6	3,06	115—306	1,250	1,250
7	3,82	153—382	1,200	1,100
8	4,60	191—421		

Таблица 5-а.

№№ по порядку	№ экскаватора и место работы	Емкость ковша в метр. ³	Средняя фактическая производительность экскав. за час. полезной работы	Общий фактический коэффициент условий работ $\varphi_p = \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3$	Производ. экскаватора за час полезной работы по формуле при $\varphi_p = 1,0$	Производит. экскаватора за час полезной работы по фактич. производит. и фактич. φ_p	Отношение между производитель. экскаваторов	Отношение между емкостями ковшей
1	№ 9736 Дальверзинстрой	1,15	57,30	0,600	97,0	95,50		
2	№ 9737 Дальверзинстрой	1,15	68,20	0,693	97,0	98,50	0,795	1,00
3	№ 810 Дальверзинстрой	1,53	66,35	0,540	125,0	123,00	0,797	0,765
4	№ 842 Упрагол	1,53	85,40	0,680	125,0	125,70	0,678	1,000

¹ См. Мэрш. Р. «Экскаваторы и применение их при горных работах» стр. 43 Изд. 1924 г.

² См. мою статью «О рациональном использовании экскаваторов на ирригационного строительства Ср. Азии».

Вывод фактического общего коэффициента условий работ φ_p см. в конце второй главы настоящей статьи.

Автор статьи «Экскаваторы на постройке ирригационных каналов в Судане», инж. Р. Баталин¹ находит, что производительности экскаваторов за рабочий час (рабочий час = чистая работа ее + передвижка) относятся между собой как корни квадратные из объемов соответствующих ковшей и уточняет эту зависимость следующей формулой:

$$A = a \frac{\sqrt{V_1}}{\sqrt{V_2}} \quad ,$$

где A и V_1 —продуктивность и объем ковша искомого экскаватора; a и V_2 —продуктивность и объем ковша известного экскаватора и a —переменная поправка, величина которой уменьшается с размером ковша. При этом автор статьи оговаривается, что этот закон изменения производительности экскаватора от перемены емкости ковша требует подтверждения опытом других работ.

В приведенной им таблице данных о работе экскаваторов за время сентябрь 1923 г.—июнь 1924 г. указываются следующие производительности экскаваторов с ковшами разной емкости. (См. табл. 5-б).

Таблица 5-б.

№№ по порядку	Название экскаваторов	Длина стрелы в мтр.	Емкость ковша		Опытная производительность экскаватора в м³ в час	Производительность за рабоч. час. м³
			Норм.	На работе		
1	Бьюсайрус 14	18,30	1,53	1,53	150,0	59,90
2	» 20	25,90	1,83	2,67	227,0	85,90
3	» 24	30,5	2,67	3,06	193	80,2
4	» 24	30,5	2,67	3,44	216	101,6
5	» 175	38,1	3,06	3,83	241	111,80

Из представляемой ниже таблицы 5-в отношений между емкостями ковшей и производительностями экскаваторов, указанная закономерность далеко не устанавливается.

Таблица 5-в.

№№ по порядку	Название экскаватора		$\sqrt{V_1}$	Отношение между опытными производительностями	Отношение между производительностями за рабоч. ч.о.	Действительная производительность за рабочий час	Вычисленная производительность за рабочий час
			$\sqrt{V_2}$				
1	Бьюсайрус	14	0,762	0,660	0,700	59,90	71,80
2	»	20	0,940	1,175	1,072	85,90	96,0
3	»	24	0,943	0,892	0,792	80,20	108,0
4	»	24	0,947	0,892	0,900	101,6	108,0
5	»	175				111,80	114,4

¹ См. журнал «Строит. Промышленность» № 10 за 1928 г.

Кроме того, автором статьи не указывается, в однообразных ли грунтах по трудности разработки и в одинаковых ли прочих условиях протекала работа наблюдаемых автором экскаваторов. Следует также учесть перемену нормального ковша на «ковш на работе», емкость кового и вес его, бесспорно, имели влияние как на производительность экскаватора, так и на закономерность между емкостями ковшей и производительностями экскаваторов.

Для того, чтобы знать время экскавации или одной операции по нагрузке и выгрузке ковша, необходимо знать отношение объема зачерпнутого грунта, замеренного в твердом теле, к теоретическому объему ковша, т.-е.

$$\frac{q}{q_1} \cdot \text{Значение} \frac{q}{q_1} \text{ для}$$

разных грунтов различно и значения их, позаимствованные мной из книги проф. В. В. Арнольда «Машина в строительном деле», приводятся ниже в таблице 6.

Таблица 6.

№№ по порядку	Род грунта	Значение отношений q/q_1		
		Наименьшее	Среднее	Наибольшее
1	Скалистый грунт.	0,12	0,43	0,79
2	Плотная земля.	0,43	0,53	0,77
3	Песок	0,56	0,56	0,56
4	Глина	0,47	0,61	0,77
5	Железная руда.	0,70	0,94	1,07

Данные таблицы 6 являются результатом многолетних американских опытов, произведенных R. Dapa над различными грунтами при разработке последних экскаваторами.

На основании данных таблиц 1, 2 принятой закономерности между емкостями ковшей и производительностями экскаваторов, продолжительность в минутах погрузки и выгрузки 1 куб. метра грунта (t_1) различных по трудности разработки, ковшами разной емкости, может быть представлена следующей таблицей 7.

Таблица 7

№№ п.п.	Емкость ковша в куб. мтр.	Род грунта						
		Грунт 1 и 2 группы	Грунт 3-а и 3-б группы	Грунт 4 группы	Грунт 5 и 6 группы		Грунт 7, 8 и 9 группы	
					от	до	от	до
1	0,380	1,808	1,985	2,710	3,330	3,616	4,520	3,420
2	0,570	1,205	1,325	1,805	2,290	2,410	3,050	3,610
3	0,765	0,897	0,986	1,345	1,705	1,794	2,250	2,690
4	0,960	0,714	0,787	1,075	1,360	1,428	1,785	2,140
5	1,150	0,598	0,657	0,896	1,135	1,196	1,490	1,790
6	1,33	0,518	0,568	0,775	0,981	1,036	1,290	1,540
7	1,53	0,457	0,493	0,673	0,854	0,900	1,121	1,350
8	1,90	0,362	0,397	0,543	0,686	0,724	0,902	1,085
9	2,30	0,299	0,329	0,448	0,567	0,598	0,745	0,898
10	2,68	0,257	0,262	0,385	0,487	0,514	0,640	0,77
11	3,06	0,225	0,247	0,337	0,427	0,450	0,561	0,675
12	3,40	0,202	0,222	0,303	0,384	0,404	0,504	0,606
13	3,83	0,178	0,197	0,269	0,341	0,356	0,448	0,536
14	4,60	0,149	0,164	0,224	0,284	0,298	0,373	0,447
15	6,12	0,112	0,124	0,169	0,213	0,224	0,281	0,336

Теперь перейдем к нахождению наименьшего значения коэффициента общей годности экскаватора по его изношенности, при котором стоимость единицы выработки экскаватором будет экономически выгодна сравнительно с ручной.

Для этого строим кривую влияния общей годности экскаватора на стоимость единицы выработки и сравниваем ее с прямою стоимости выработки вручную.

Стоимость единицы выработки находим по ценам на рабсилу и материал Ташкентского округа (1-го пояса), каковая для экскаваторных работ будет складываться из следующих статей расходов приведенных в таблице 8. В таблице 8 размер расходов указывается на один 2-хсменный 16-тичасовой рабочий день экскаватора Бьюсайрус кл. 14 с емкостью ковша в 1,53 м.³, на гусеничном ходу.

Таблица 8.

№№ п.п.	Статьи расходов	Сумма		Примечание
		Руб.	Коп.	
	I. Непосредственно производственные расходы.			
1	Содержание рабсилы	139	50	1. Исчисление стоимости содержания экскаватора см. гл. II «Зависимость между производительностью канатно-скребок. экскаватора и стоимостью работ».
2	Начисления на рабсилу (31%)	43	25	
3	Снабжение водой (возка гужом на расстоянии до 5 клм.)	70	00	
4	Горючий материал (мазут)	133	00	
5	Смазочный обтирочный материал.	2	99	
6	Доставка материалов к месту работ на расстояние до 10 клм.	14	65	
7	Накладные расходы на материалы в размере 10% от суммы расходов по пунктам 3, 4 и 5	20	60	
8	Ремонт экскаватора в размере 50% от его полной стоимости.	32	80	
9	Освещение работ	4	56	
10	Подготовка и содержание пути для экскаватора	2	28	
11	Непредвиденные расходы	22	80	
	Итого	486	43	
	II. Общие расходы.			
12	Единовременные расходы в размере 30% от стоимости экскаватора	20	20	
13	Местные	58	57	{ административно-хозяйственные расходы в размере 12% от непосредст. производ. расходов
14	Управленческие			
15	Амортизация при сроке в 6 лет.	65	75	
	Итого	144	52	
	Всего	630	95	

По формуле (4) производительность экскаватора Б-с кл. 14 за 2-хсменный день полезной работы составит:

$$V_{\text{дн.}} = \frac{T \cdot V_k}{t \cdot \gamma} = \frac{480 \times 1,53}{0,686 \times 1,075} \times 2 = 996 \times 2 = 1992 \text{ м}^3.$$

при φ_1 , φ_2 и φ_3 , равных единице.

Отсюда стоимость 1-го куб. метра песчаного грунта составит: 630 р. 95 к. : 1.992 = 31,6 коп. Принимаем с округлением 32 коп. за куб. метр.

Уменьшая коэффициент годности экскаватора φ_2 от 1 единицы до 0,1, при равенстве всех прочих коэффициентов единице, и откладывая его на оси абсцисс, а на оси ординат стоимость единицы выработки при данном состоянии экскаватора, получим ряд восходящих точек, расположенных по кривой. Соединив эти точки, получим кривую влияния общей годности экскаватора на стоимость единицы выработки. Если теперь на построенной кривой провести прямую стоимости выработки того же грунта и при тех же условиях вручную, то таковая пересечет первую в какой-то точке, абсцисса которой и будет показывать, при каком значении коэффициента годности экскаватора стоимость единицы выработки последним будет одинакова с ручной.

Стоимость выработки 1 куб. метра грунта вручную по подсчетам (принимался песчаный грунт с выемкой на глубину в 4,5 метр.) выражается в размере 1 р. 22 коп. со всеми накладными расходами.

На прилагаемом ниже графике пересечение прямой с кривой находится на абсциссе, показывающей общую годность экскаватора в 34% ($\varphi_2 = 0,34$).

Полученное значение принимать за минимальное значение нельзя, а должно служить исходным пунктом для нахождения экономически выгодного числового значения φ_2 . Иначе говоря, механические снаряды, в данном случае экскаваторы, должны обладать коэффициентом выгодности применения их по сравнению с ручной работой.

Если условно принять коэффициент выгодности равным 1,50, то наименьшее, экономически выгодное, значение φ_2 будет равно: $0,34 \times 1,5 = 0,51$. Принимаем для последующих расчетов минимальное значение $\varphi_2 = 0,50$.

Исходя из полевых условий работ, для дальнейших расчетов среднее максимальное значение φ_2 будем принимать = 0,95, считая его действительным только на амортизационный срок в 6 лет и при условии нормального снабжения работ запасными частями и ремонтными средствами.

Теперь воспользуемся выведенными выше формулами и числовыми значениями для t , φ_1 , φ_2 , φ_3 и γ для подсчета производительности экскаваторов по емкости ковша, роду грунта и условиям работ.

Для подсчета производительности экскаваторов, будем пользоваться формулой (4), именно:

$$V_{\text{дн.}} = \frac{T_{\text{дн.}} \times V_k}{t \times \gamma} \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3 \dots \dots \dots (4)$$

Произведение $\varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3$ в дальнейшем будем обозначать через φ_p и называть общим коэффициентом условий работ. Величина его будет меняться от 0,1 до 1,0. В таком случае, формула (4) примет следующий вид:

$$V_{\text{дн.}} = \frac{T_{\text{дн.}} \times V_k}{t \times \gamma} \varphi_p \dots \dots \dots (5)$$

Для подсчета производительности экскаваторов примем:
 $T_{\text{дн.}}$ — 960 мин. полезной работы (две рабочие смены по 8 часов);
 V_k — от 0,38 до 6,12 м³;
 t — 0,636 мин.;
 χ — для колесного хода 1,075;
 — для гусеничного » 1,040.

$\varphi_1 = 1,00$ песчаный грунт }
 $\varphi_2 = 1,0$ } или $\varphi_p = 1,0$
 $\varphi_3 = 1,0$

Время полезной работы экскаватора в год при 9 мес., по 22 дня в месяц = 198 дням, или кругло 200 дней, и соответственно за амортизационный срок $200 \times 6 = 1.200$ дней.

Производительность экскаваторов подсчитана на час, день и месяц полезной работы их при двухсменной работе и сведена в таблице 9.

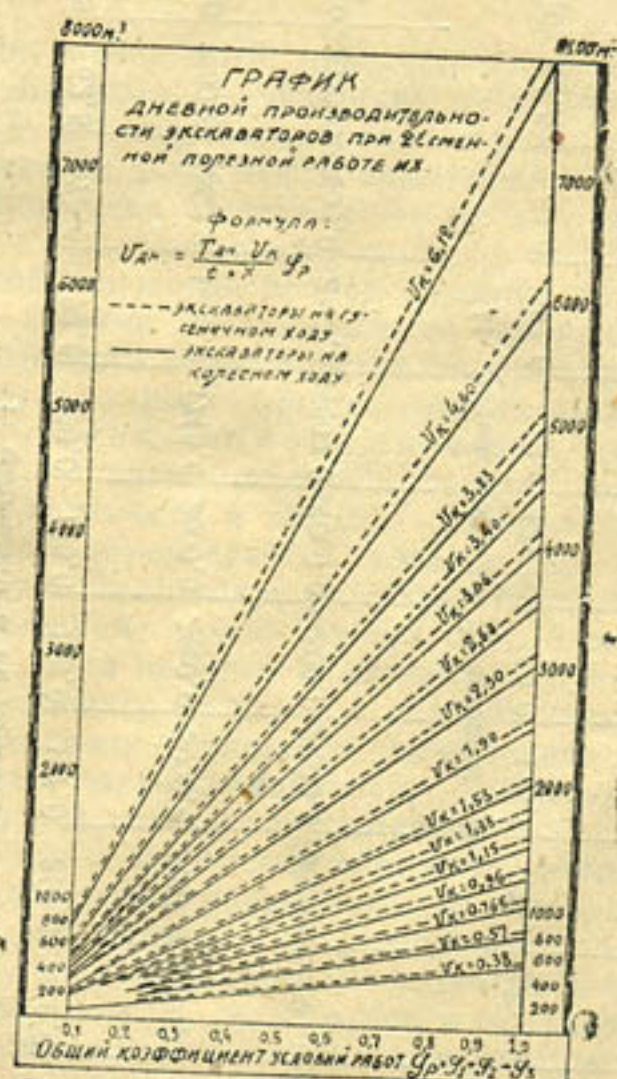


Рис. 1.

Если в формуле (5) произведение правой части: $\frac{T_{\text{дн.}} \times V_k}{t \times \chi}$ обозна-

чим через a , то получим уравнение прямой вида: $\varphi = a \cdot \chi$. В последнем случае формула (5) напишется так: $V_{\text{дн.}} = a \cdot \varphi_p$. Пользуясь этим, ниже строим график производительности экскаваторов за день полезной работы его в зависимости от тех или иных условий работ, в виде ряда наклонных прямых (см. график производительности экскаваторов). На построенном графике сплошными линиями указана производительность экскаватора на колесном ходу, а пунктирными на гусеничном, при 2-хсменной работе их.

Продолжительность экскаваторов при $\gamma_p = 1,0$																
№№ по пор.	Продолжительность работ	Емкость ковша в куб. мтр.														
		0,38	0,57	0,765	0,96	1,15	1,33	1,53	1,90	2,30	2,68	3,06	3,40	3,83	4,60	6,12
1. Экскаваторы на колесном ходу																
1	Час полез. работы	31,0	46,5	62,5	78,0	93,5	108,0	125,0	155,0	187,0	218,0	250,0	277,0	312,0	375,0	500,0
2	День полезной работы при 2-х смен.	496,0	745,0	1000,0	1250,0	1495,0	1745,0	2000,0	2480,0	3000,0	3490,0	4000,0	4430,0	5000,0	6000,0	8000,0
3	Месяц полезной работы при 2-х смен.	10900,0	16350,0	22000,0	27500,0	32900,0	38000,0	44000,0	54500,0	65800,0	76800,0	88000,0	97500,0	110000,0	132000,0	17600,0
11. Экскаваторы на гусеничном ходу																
1	Час полез. работы	32,0	48,0	64,50	81,0	97,0	112,0	128,50	160,0	193,5	226,0	257,0	286,0	322	387,0	515
2	День полезной работы при 2-х смен.	512,0	768,0	1030,0	1295,0	1550,0	1790,0	2028,0	2560,0	3100,0	3620,0	4120,0	4560,0	5120,0	6200,0	8250,0
3	Месяц полезной работы при 2-х смен.	11280,0	16930,0	22700,0	28500,0	34100,0	39400,0	45300,0	56300,0	68100,0	79500,0	90300,0	10500,0	113500,0	135500,0	181000

(Продолжение следует)

(Продолжение следует)

Влияние климатических особенностей Средней Азии на тепловой режим зданий.

Значительный размер сумм, назначаемых в пятилетнем плане развития народного хозяйства ср.-азиатских республик на гражданское строительство, обслуживающее ирригационные системы в связи с задачами достижения возможной дешевизны во всех материальных и технических решениях—не может не стимулировать проведения таких конструктивных мероприятий, которые совместили бы в сооружении простой, логичный подход, увязанный с местными возможностями, с наибольшими экономическими выгодами.

Фронт гражданского строительства на оросительных системах (повторяем—огромный для всей Средней Азии) должен вызвать весьма и весьма усиленный поиск рационализации этого вида сооружений во всех его частях,—поиск, масштаб которого является сейчас единственным по своей крупности и размаху, обязывающим к серьезной проработке деталей этого строительства, которые, как известно, пока у нас опираются в большей своей части на старые приемы, во многих случаях не получившие должной оценки до сих пор в смысле их проверки и критики с точки зрения местных естественных условий.

Задача по выявлению лучшего и экономичного типа гражданского строительства в его целом—многогранна и трудна и, очевидно, должна распадаться на ряд частных вопросов, освещающих в совокупности проблему дешевой рациональной постройки.

Нижеприводимые соображения обнимают частично санитарную сторону зданий в ср. азиатских условиях и касаются, с одной стороны, теплоограждаемости помещений, с другой—оснований для расчета систем отопления, при чем делается попытка обосновать то и другое, исходя из местных материалов и местной климатологии. Основной разрез—экономика: нельзя ли снизить строительный расход при наших материалах, при нашем климате? Цель—необходимость ревизии до сих пор применявшихся норм и приемов в проектах, разрабатываемых или здесь на месте, или центре Союза и имеющих целью обслужить ср.-азиатское строительство.

Всем, конечно, известно, что наша техническая мысль работает сейчас больше чем когда-либо над вопросами экономики строительства, в числе которых отопление и вентиляция занимают значительное место по их прямой связи со всеми частями сооружения.

Отсюда поиски материалов для ограждений зданий наиболее теплоустойчивых и наиболее экономичных, поиски улучшенных конструкций и наиболее экономных нормативных данных для проектов. В центре эта работа дала уже заметные результаты. Однако, по разбросанности тер-

риторий Союза и по разнообразию их климатических и естественных условий нельзя не признать, что разработка всех этих вопросов весьма и весьма затруднена, и, очевидно, на местах также необходимо сильнее-шим образом стимулировать углубленную переработку старых норм, критику старых приемов в разрезе поисков улучшенных конструкций, соединяющих дешевизну с должными свойствами прочности и санитарности в местных условиях.

Несмотря на обилие выходящих сейчас изданий, посвященных теплотехническим основам проектировок, все же своеобразный режим зданий в условиях ср.-азиатской климатологии не получает нужного освещения, причина чего, кроме далеко не установленных общих нормативных предпосылок, лежит, главным образом, в том, что труды по теплотехнике имеют в виду преимущественно центральную часть СССР и лишь весьма мало и в общих чертах затрагивают крайний юг, где и применение центральных систем сравнительно слабо и не развернулось еще с той широтой, как это имеет место в средних и северных районах страны, где вопросы отопления и вентиляции по самым требованиям климата представляются важнейшими.

Вопросов, не разрешенных, иногда получивших неточные решения, иногда не затронутых совсем, в современной литературе по санитарной технике в отношении Ср. Азии очень много, и это побуждает проектировщиков и конструкторов при разработке тем отопления и вентиляции неизменно выявлять свои собственные решения в отношении сторон задачи часто очень капитального свойства, что налагает на авторов проектов большую ответственность и что не может не затруднять и дающие задание инстанции, и поверителей проектов, вменяя тем и другим также самостоятельные решения и внося в дело большую запутанность и неопределенность. Эти запутанность и неопределенность тем более нежелательны, что тот или иной прием подхода к проектировке отражается на сметах, иногда излишне и ненужно преувеличивая их, иногда снижая, при чем в последнем случае кажущаяся экономия оказывается иногда влекущей далеко не те результаты, какие ожидаются от рациональной установки в смысле эксплуатационном и при определенных санитарных требованиях.

Дать исчерпывающее разрешение неясностей, связанных с расчетом отопительных и вентиляционных установок в местных условиях,—работа благодарная, но нелегкая. Ниже приводятся соображения, касающиеся лишь некоторых сторон теплотехнических вопросов, соображения общие, не претендующие на полное освещение предмета.

Коэффициент всеобщей передачи тепла конструкции (K), как известно, находится или в готовом виде из таблиц, или расчетом, при чем в этом последнем случае должны быть твердо установлены коэффициенты теплопроводности слоев, составляющих конструкцию ограждения.

В наших условиях первый прием вряд ли надежен, да и далеко не все ограждающие конструкции, здесь применяемые, можно найти в справочниках и руководствах. Полезнее проверить ограждения расчетом.

Здесь проектировщик наталкивается на чрезвычайную пестроту коэффициентов.¹

¹ Коэффициенты даются рядом русских и иностранных авторов и иногда сильно разнятся. (Павловский—Курс отоп. и вент.; Чаплин—то-же. Мачинский—Теория активн. теплоемкости жил. зданий, Серк. Удешевл. конструкции жил. строений, Комаров—Холод, Бугге и Кольфлат—Опытн. данные по постр. тепл. домов. Моск. Губинж. Техн. усл. проектир. кап. зданий Hütte, Ритчелль Центр. отопл. и вент. и т. д.)

Если такие материалы, как жженный кирпич, бетон, дерево получили более или менее установленное выражение теплопроводности, то в отношении местных материалов, в виде сырца всевозможных образцов, глино-самана, камыша, ганча и др., приходится как это ни странно, руководиться данными иностранных исследователей, которые фигурируют в наших справочниках и вошли даже в проект норм нашего Бюро стройнормирования. Это—данные, главным образом, Мюнхенской лаборатории технической физики (Knoblauch, Raisch, Reiher). Не приходится говорить, что исследования эти ни в какой мере не касаются например нашей лессовидной глины, наших камышей и были производимы (в Германии) в наиболее острый послевоенный период в связи с поисками дешевого материала (в виде хотя бы наиболее пластичных глин) в разных местностях страны. Этими данными, однако, приходится пользоваться за неимением чего-либо другого, несмотря на их разноречивость.

Мы, например, имеем для кирпича необожженного (влажность—7,4%) коэффициент—0,60, коэффициент 0,80 для такого же кирпича с 10% влаги. Для сырцового кирпича сухого (?), смешанного с соломой (какой? в каком количестве?)—имеется цифра—0,35. Для глинобитной стены (с влажностью 5,7% от объема) можно найти коэффициент 0,52. Для гипса, высушенного на воздухе, есть коэффициент 0,37, для камыша прессованного—0,04, для прессованной соломы в совершенно сухом состоянии коэффициент—0,039 (К. Непску). Не приводится еще других коэффициентов, иногда близких к только что приведенным, иногда резко от них отличающихся.

Какие из всех этих коэффициентов, если не верны совершенно, то, по крайней мере, могут быть приняты в основу расчетов с наименьшей долей погрешности? Правильное решение этого вопроса прямым образом связано с экономической стороной дела, так как «уменьшение величины всеобщего коэффициента теплопроводности на 0,1 уменьшает при разности температур между внутренним и внешним воздухом в 50° С сумму единовременных затрат на устройство центрального отопления и сумму, полученную от капитализации экономии расходов по эксплуатации отопления на 5 руб. на 1 кв. саж. ограждения» (по довоенным ценам) (проф. Чаплин).¹

Для сравнения теплопроводности наших местных материалов с другими наиболее употребительными для ограждений, сведем все эти данные в таблицу, пользуясь (как это указано выше) результатами испытаний, главным образом, иностранных исследователей (см. табл. на след. стран.

На основании приведенных данных возможно определить К для наиболее часто применяемых здесь конструкций и, главным образом, конечно, для наших сырцовых стен. Правда, данные эти по существу относятся к несколько иным видам материалов, почему ручаться за точность результатов нельзя. Для употребляемого у нас сырца возможно остановиться на коэффициенте теплопроводности 0,50. Объемный вес сырца нашего близок к данному в таблице. По исследованиям инж. Н. И. Каменева² ташкентские кирпичи имели вес от 1700 до 1870 кг³. Влажность наших

¹ При меньшей разнице температур экономия уменьшается, но все же для наших широт она не мала. Так, напр., если принять разницу в 32° (внутр. темп. +13, наружн. —14) экономия будет $\frac{32}{50} \times 5 = 3,2$ руб. на 1 кв. саж.

² Исследование свойств строительных кирпичей Ташк. района. «Естник Ирригации» № 10—1926 года.

³ При длине от 31,5 см. до 33,8 см., ширине от 15,7 см. до 17,3 см. и толщине от 7 см. до 8,3 см.

Таблица 1.

№№ по порядку	Название материала	Объемный вес материала кг/м³	Влажность в % от объема	Коэффци. теплопроводности материала кг/м Цч	Исследователи
1	Бетон трамбованный с каменным щебнем, или гравием.	1900	—	1,11	Данное Бюро нормирования
2	Известковый раствор 1:3	1820	1,4	0,57	Мюнх. лаб. техн. физ. (Knoblauch, Raisch, Reither)
3	Штукатурка известковая	1690	Возд. сухая	0,68	Там же (Groeber)
4	Камыш прессованный	75	0	0,040	Там же (Knoblauch, Raisch, Reither)
5	Солома прессованная	—	0	0,039	K. Hencky
6	Кладка из обыкн. жженого кирпича для наружн. стен	1700	—	0,70¹	Данное Бюро стройнормирования
7	Наружн. дерев. стены (сосна и ель) при передаче тепла поперек волокон	600	—	0,15	То же
8	Кирпичи сыровые	1775	7,4	0,60	Мюнх. лаб. техн. физ. (Knoblauch, Raisch, Reither)
9	То же	1775	10,4	0,80	То же
10	Кирпич-сырец с саманом	1505	0	0,35	То же
11	Костра прессов. чистая	315	—	0,054	Цыдзик и Арбацкий
12	Песок речной мелкий	1520	0	0,260	Мюнх. лаб. техн. физ. (Groeber)
13	Гипс	1250	—	0,36	Knoblauch
14	Руберойд	—	—	0,135	Георгиевский
15	Глинобитная стена	1900	5,7	0,52	Knoblauch
16	Обожженная глина плотная . .	—	—	0,80	по Ритшелю
	» » измельченная	—	—	0,15	То же

кирпичей, однако, значительно ниже. По данным того же Н. И. Каме-
нева, в исследованных им строительных кирпичах, применяемых в Таш-
кенте на постройках, она колебалась от 1,74 до 2,43. Здешняя воздуш-
ная сушка, как видим, дает отличный эффект, что тем более существенно,
что теплопроводность материалов весьма сильно увеличивается с уве-

¹ Данное Бюро нормирования. Проф. Павловский, проф. Чаплин и Моск. губ-
инж. дают 0,69; проф. Мачинский, проф. Серк—0,47; 0,60, 0,70; Бугге и Коль-
флат—0,65; инж. Комаров—0,60.

личением их влажности. В кладке азиатский сырец представляет массу с ничтожным содержанием влаги, уменьшающимся со временем еще больше. Глиняный раствор при кладке, как известно, берется весьма густым, и влага почти не передается кирпичу. Стена, оштукатуренная с двух сторон, включает в себя, сверх того, множество пустот мелких и распределенных равномерно во всей кладке — обстоятельство, снижающее теплопроводность, так как коэффициенты стройматериалов растут с увеличением их об'емного веса, т.-е. с уменьшением их порозности.

По данным Бюро нормирования; жженный кирпич с об'емным весом 1620 кг/м³ и влажностью 0,90% характеризовался коэффициентом теплопроводности—0,60 (Мюнх. лабор. техн. физ.), тот же кирпич при влажности 1,80% имел теплопроводность уже 0,823. Оштукатуренная с обеих сторон стена из жженного кирпича с об'емным весом 1951 кг./м³ вскоре после кладки имела влажность 25% и коэффициент теплопр.—1,2. Дальше по мере высыхания теплопроводность понижалась:

через 4,5	месяца	влажность	3,4%	теплопр.	0,84
» 6,4	»	»	1,9	»	0,74
» 9,1	»	»	1,0	»	0,65
» 12,5	»	»	0,5	»	0,60

Сырец с влажностью 7,4% имеет коэфф. — 0,60, с влажностью — 10,4%—0,80. Глинобитная стена с об'емным весом 1900 кг/м³ (близким к нашей сырцовой кладке) и влажностью 5,7% имеет теплопроводность—0,52.

Приведенные соображения обуславливают снижение нами табличного коэффициента. Снижение—осторожное: оно могло бы быть и большим. (См. §§ 8, 9, 10, 15 табл. 1).

Для штукатурки глиной с саманом приходится остановиться на коэффициенте 0,35 (§ 10 табл. 1), хотя, видимо, он ниже, так как штукатурка может содержать больше самана, чем саманный кирпич, и % самана в исследованном образце не указан.

Наконец, для местного алебастра («ганча») принимаем коэфф. теплопроводности—0,36 за неимением каких-либо иных подходящих указаний.

Кирпичную стену принимаем из сырца стандартного размера¹ (330 × 160 × 80 мм), кладя на швы по 20 мм. и на штукатурку (2 слоя) — 25 мм.

Формула для К принимается:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a_2}},$$

где δ — толщины составляющих конструкцию слоев, λ — коэффициенты теплопроводности слоев, $\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2}$ — постоянная величина, принимаемая равной 0,23 (согласно «Норм» Госплана СССР).

Данные о К для сырцовых стен сведены в таблице, где для сравнения помещены и К для жженного кирпича.

¹ Инстр. Г. Т. С. К. УзССР. 1928 г. § 1.

Таблица 2.

№№ по поряд.	Вид стен	Толщина в м/м.	К
1	Стена сырцовая в 1½ крп.	515	0,8
2	То же с оштук. глиной с саманом с двух сторон	540	0,75
3	То же с оштук. ганчем с двух стор.	565	0,7
4	Стена сырцовая в 2 крп.	680	0,6
5	То же с оштук. глиной с саманом с двух сторон	705	0,6
6	То же с оштук. ганчем с двух сторон	730	0,58
7	Стена жжен. кирпича в 2 крп. . .	510	1,1 ¹
8	То же с оштук. с двух сторон . .	535	1,0 ¹
9	Стена жжен. кирпича в 2½ крп. .	640	0,9 ¹
10	То же с оштук. с двух сторон . . .	665	0,8 ¹

Таблица позволяет сделать следующие заключения.

1. Теплопроводность сырцовых стен наиболее употребительного размера ниже, чем в стенах из жженого кирпича на 25—30%, что является немаловажным достоинством местного сырцового кирпича. Если принять для Ср.-Азии толщину стены из жженого кирпича в 2 крп., как оптимальную, как то рекомендуют «Техн. нормы» комиссии по строительству при СТО² для третьего пояса (полоса, охватывающая у нас в средне-азиатских республиках города Ташкент, Фрунзе, Ходжент), то стена в 1½ сырцовых кирпича оказывается выгоднее этой теплоустойчивой конструкции и, кстати сказать, крайней по толщине из-за строительных видов. Для 4-го района (куда входят города Самарканд, Ашхабад, Фергана, Дюшамбе, Бухара)—«нормы» указывают, как теплоустойчивую толщину стены в 38 см. из жженого кирпича. Ее коэфф. теплопроводности (по Ритшелю) = 1,3 (без оштукатурки), 1,2 (с оштук.). В сырце такая толщина недостижима и минимальной и здесь следует признать стену в 1½ крп. (с коэффиц. — 0,7).

2. Толщина стен, удовлетворительная с точки зрения зимних теплотерь, должна быть соображена с сильным прогревом в летние месяцы (явление, неизвестное центру СССР и не учитываемое там). Стенам, если не всем, то по крайней мере обращенным на ю. и з. следовало бы придавать большую толщину (2 крп. вместо 1½ крп.). Если активная теплоемкость стены в 2½ крп. из жженого кирпича = ∞ 2,5 час. при К = 0,80, то во избежание летнего прогревания, не гарантированного, вероятно, несколько высшим коэффициентом активной теплоемкости сырцовой стены, нужно предпочесть последние стены большей толщины. Здесь двойная выгода: низкий К и некоторая гарантия прохлады летом в закрытом

¹ По Ритшелю.

² «Техн. условия и нормы проектирования и теплотехнического расчета для сграждающих конструкций».

помещении. Местный опыт также указывает на стены в 2 крп. (даже старого большего против современного стандарта размера) и лишь в последнее время в строительство ради экономии вошли стены в $1\frac{1}{2}$ крп. Но этот вид экономии вряд ли можно приветствовать по теплотехническим соображениям и, как указывалось выше, хотя бы более нагреваемые стены следовало бы делать в 2 крп.

3. Однако, все предыдущие соображения основываются на приблизительных и гадательных предположениях, не позволяющих точно анализировать работу сырцовых стен. Наши термоизоляторы в виде сухой глины, камыша, бердан, самана, ганча и т. д.¹ не исследованы лабораторно со стороны теплоизолирующих свойств. Ясно одно—чтобы не пользоваться случайными цифрами, которые не поддаются проверке даже по аналогии местных материалов с им подобными из других местностей, в силу их крайнего своеобразия, необходимо установить лабораторным способом раз навсегда такие характерные физические данные для местного материала, как, например, теплопроводность, при определенном его объемном весе и влажности. Нужда в такой лабораторной работе назрела давно, и работа эта оправдывает себя с избытком, так как уповать на данные заграничные, или центра Союза, нам не приходится, строительство же наше растет и сейчас уж предъявляет требования к точным нормам.

Пользуясь теми же данными (табл. 1) коэффициентов теплопроводности для местных материалов K получится для наиболее здесь употребительной конструкции потолков: фанера—0,007 м, возд. прослойка, досчатый настил—0,025 м., берданы—0,005 м., смазка глиной с саманом—0,1 м. равным 0,63¹. Коэффициент довольно высокий. В условиях центра Союза потолок на деревянных балках, с накатом со смазкой, обшитый тесом и оштукатуренный, имеет $K=0,49$.

Что касается наших полов, в большинстве случаев состоящих из досчатого настила по деревянным балкам (без черного пола),—следует заметить, что K , как и нужно ожидать, для таких полов высок. Павловский дает для них $K=1,6$ (по Ритшелю). При досках в 1 в. (4,45 см.), почти исключительно у нас для полов употребляемых (есть тенденции к снижению и этого размера), коэффициент возрастает до 1,8. Обычный пол, применяемый в центре, имеет K около 0,30.

Остановимся еще на вопросе о местных перекрытиях. Требование теплоустойчивости здесь достаточно широкое, так как для района Москвы K не должно превосходить 0,43, поэтому для комбинирования изоля-

¹ Этот ряд может быть увеличен такими материалами, как отходы хлопковых и рисоочистительных заводов и др.

² Требование теплоустойчивости выразится для городов ср.-аз. республик след. цифрами:

Г о р о д а	Долгота	Широта	Выс. над ур. моря	$K \approx$
Наманган	71°41'	41° 0'	440	0,76
Холжент	69°38'	40°58'	320	0,77
Фергана	71°47'	40°24'	556,0	0,78
Маргелан				
Ош	72°49'	40°31'	1016,0	0,703
Ташкент	69°16'	41°19'	455	0,73
Самарианд	66°57'	39°39'	725	0,757

ционных слоев с применением, по возможности, местных материалов предоставляется известный простор. Однако, идеи экономичных перекрытий, соединяющих дешевизну с хорошими тепловыми свойствами, пока здесь прививаются туго, несмотря на благоприятные климатические предпосылки. Не вдаваясь в подробное рассмотрение и оценку разных видов перекрытий, приведем лишь некоторые данные о тепловых сторонах некоторых крыш, соединив их в таблицу:²

Таблица 3.

№№ по порядку	Виды крыш	Толщина см.	Уклон	Вес 1 кв. м. в кг.	Теплопроводность
1	Плоская с глиносаманной смазкой (подшивка фанерой, потол. балки диам 23 см., сплошной настил толщ. 2 см., камыш—7 см., земля утрамбов.—4 см., 2 слоя глиносаманной смазки по 2 см.)	40,4	1:20	137	0,384
2	Асфальтовая крыша (подшивка фанерой, потол. балки диам. 23 см., сплошной настил досками в 2 см., камышу—6 см., утрамбов. земли—4 см., кир.—2 см., крупный песок—5 см.)	42,04	1:30	215	0,439
3	Кровля с церезитово-цементной штукатуркой (подшивка фанерой, потол. балки диам. 23 см., настил—2 см., камыш—7 см., 2 слоя смазки—4 см., цементная штукатурка—2 см.)	38,4	1:30	168	0,393
4	Гольцементная крыша (штукатурка цементная—1 см., камышит—7 см., возд. прослойка—3 см., ж. бет. плита—8 см., 4 слоя гольцементанта—2 см., круп. песок—4 см.)	35	1:60	315	0,426
5	Крыша из кира (штукатурка цем.—1 см., доски—2 см., бруски—10×13 см., камышит—2 см., возд. прослойка—8 см., ж.-бет. плита 8 см., кир—2 см., крупн. песок—4 см.)	42	1:30	345	0,738
6	Руберойдовая крыша (штукатурка—1 см., доски—2 см., бруски—13 см., камышит—2 см., возд. прослойка—8 см., ж.-бет. плита—8 см., руберойда 2 слоя—1 см., крупн. песок—4 см.)	39	1:10	320	0,72
7	Церезитовая крыша (штукатурка—1 см., доски—2 см., бруски—10×10 см., камышит—7 см., возд. прослойка—2 см., ж.-бет. плита—7 см., верхний слой ж.-бет. плиты делается на церезите)	26	1:100	266	0,41
8	Облегченный тип железной крыши (потолок из досок—2 см., газетная бумага, камыш—10 см., глина с саманом—2 см., возд. прослойка обрешетка—2 см., железн. балки—доски на ребро)	18	—	—	0,31

аK₀

$$K \approx 1 + 0.0017 h, \text{ где } a = 0,5625$$

55°46'

K₀ для 37°40' = 0.782

h (выс. над уровн. моря) = 137 м.

Проф. Чаплин ограничивает в этом случае K 80% от найденного коэффициента, принимая K для крыш = 0,36.

² Коэффициенты (K) варьируют в зависимости от принятых значений теплопроводностей, составляющих конструкцию слоев.

При выборе конструкций необходимо считаться с водонепроницаемостью кровельных материалов, а также иметь в виду влияния летних высоких температур.

Наружная температура. Выбор наружной температуры играет весьма существенную роль при расчетах отопительных устройств, отражаясь на размерах частей системы и, следовательно, на стоимости всего оборудования. Точно учесть колебания стоимостей возможно лишь на ряде численных примеров установок при тех или других принятых наружных температурах, здесь возможно ограничиться, однако, лишь самыми общими соображениями более краткими и достаточно поясняющими дело. При часто применяемой системе водяного отопления с естественной циркуляцией мы имеем следующие фазы расчета для двух случаев наружных температур:

1. Помещение имеет охлаждающиеся окна, двери и стены (для простоты опускаем полы и потолки, считая помещение в среднем этаже: о температурах чердака и подполья мы будем говорить ниже). В формулах

K_1, K_2, K_3 —коэффициенты всеобщей передачи тепла;

F_1, F_2, F_3 —соответствующие поверхности;

$-30^\circ\text{C}, -15^\circ\text{C}$ —наружные температуры;

20°C —температура внутри помещения;

W_1, W_2 —часовой расход тепла.

$W_1 = (K_1 F_1 + K_2 F_2 + K_3 F_3) [20 - (-30)]$.

$W_2 = (K_1 F_1 + K_2 F_2 + K_3 F_3) [20 - (-15)]$.

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{50}{35} = 1,43$$

$$W_1 = 1,43 W_2$$

т. е. потери тепла ограждениями при наружной температуре -15°C меньше почти в 1,5 раза, чем при $t = 30^\circ\text{C}$.

2. Уменьшается во столько же раз и поверхность нагревательных приборов

если F —поверхность приборов;

W —часовая отдача тепла;

K —коэффициент теплоотдачи прибора,

то

$$F = \frac{W}{K \left(\frac{90 + 60}{2} - 20 \right)} = \frac{W}{55 K}$$

и для наших двух случаев

$$F_1 = \frac{W_1}{55 K}$$

$$F_2 = \frac{W_1}{1,43 \times 55 K}$$

3. Диаметры труб изменятся почти в таком же отношении, если их посчитать по формулам, достаточным для наших целей (без учета сопротивлений)

$$d = \sqrt{\frac{4W}{\pi \cdot v \times 3600 \times \frac{t_1 + t_2}{2} \times 1000 (T - t)}}$$

где

d —искомый диаметр;

v — скорость воды;

$\frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$ — средняя ее плотность;

$T - t$ — температура воды ($90-60$)°C.

Обозначая знаменатель подрадикальной дроби через a , будем иметь

$$d_1 = \sqrt{\frac{4W_1}{a}} = \frac{2}{\sqrt{a}} \sqrt{W_1}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4W_1}{1,43a}} = \frac{2}{1,2} \frac{\sqrt{W_1}}{\sqrt{a}}$$

$$d_1 = 1,2 d_2$$

Правда, с уменьшением диаметров растут сопротивления¹, что в небольших установках сводит почти на нет выгоду в трубах малого диаметра. Кроме того, наши соображения касаются главным образом разводящей и обратной сети труб, так как в стояках разницы диаметров почти не выразятся. Однако, все же этот фактор экономии важнейший, поскольку сеть занимает одно из главных мест в отопительно-вентиляционных установках.

4. Важным слагаемым в системах водного отопления является водогрейный котел. В некоторых случаях (не очень больших установок) он может превысить стоимостью все остальное оборудование. Для полноты сравнения рассмотрим и котлы для первого и второго из разбираемых случаев.

Для котлов принимается, как известно, несколько более высокая наружная температура. Для первого случая пусть это будет -10°C , для второго -5°C ².

Топку посчитаем по 2 раза в сутки по 6 часов, с промежутками между топками тоже по 6 часов. Объемы котлов: V_1 и V_2 . Тогда при данных разностях температур и принимая W_1 в его первоначальном значении, получим:

¹ Сопротивления в трубах для разбираемых двух примеров будут

$$ah_1 = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{\rho}{d_1} l + \Sigma r \right)$$

$$ah_2 = \frac{v^2}{2g} \left(\frac{1,2\rho}{d_1} l + \Sigma r \right)$$

$$ah_2 - ah_1 = 0,2 \frac{v^2}{2g} \times \frac{\rho}{d_1} \times l$$

$$ah_2 = ah_1 + 0,2 \frac{v^2}{2g} \times \frac{\rho}{d_1} \times l$$

В формулах:

ah_1, ah_2 — высоты напора в обоих случаях;

ρ — сопротивлен. трения;

Σr — местные сопротивления;

l — длина трубопровода.

Расчет упрощенный!

² Ниже мы вернемся опять к этому вопросу. Для исчисления теплоемкости системы достаточной является средняя январская температура (средняя наиболее холодного месяца).

$$V_1 = \frac{6+6}{6} \times \frac{1}{8000} \times \frac{30}{50} \times W_1$$

$$V_2 = \frac{6+6}{6} \times \frac{1}{8000} \times \frac{25}{50} \times W_1$$

или:

$$V_1 = 0,00015 W_1$$

$$V_2 = 0,000125 W_1$$

Второй объем (V_2) меньше первого (V_1) на 20%.

Выразить в какой либо общей цифре экономию от принимаемой более высокой цифры наружной температуры для только что рассмотренного примера водного отопления затруднительно, но ее нужно считать не менее 10—15%. При других системах отопления экономия также значительна, и во всяком случае пренебрегать разобранными моментами расчета не приходится. Кстати, цифры наружных температур в нашем примере соответствовали температурам центра Союза (Москва) и температурам, часто применяемым здесь при расчетах центральных отоплений.

В выполненных здесь установках тепловые характеристики, как и следует ожидать, значительно ниже этих показателей для центра Союза, если иметь в виду обычные устройства в гражданских зданиях. Стоимость наших отопительных установок также ниже, несмотря на более высокие цены материала исключительно завозного¹.

Для определения расчетной наружной температуры принимается обычно минимальная температура данной местности, при чем исключительно низкие температуры, наблюдаемые краткое время, не учитываются. Для Москвы, напр., абсолютный минимум —42°C (такое понижение было отмечено один раз за 50 лет наблюдений). Такая температура по своей кратковременности могла отразиться лишь на понижении средней температуры того трехсуточного периода², средняя температура которого может влиять на температуру комнатную. Поэтому расчетную температуру (для района Москвы), вообще говоря, можно принимать более высокой. Проф. Чаплин рекомендует для этого случая следующую эмпирическую формулу

$$T = T_n + 0,6 (T_m - T_n),$$

где T — расчетная внешняя температура;

T_n — средняя температура наиболее холодного месяца — января;

T_m — абсолютный минимум.

Для Москвы

$$T_n = -11^\circ, T_m = -42^\circ,$$

следовательно

$$T = -11 + 0,6(-42 + 11) = -29,6^\circ$$

(обычно принимается —30°).

Расчетные внешние температуры можно брать и по средним низшим суточным температурам (Рыкачев и Сальманович). В последнем случае для Москвы будем иметь —30,5°, для Ленинграда —28,5°, Тифлиса —12° и т. д.

¹ Тепловые характеристики для наших зданий колеблются от 8 до 13 (по крайней мере в наблюдаемых случаях отопления обществ. гражд. зданий), т. е. вдвое ниже московских. Стоимость отопл. и вент. для Москвы по довоенным ценам на 1 кв. сж. здания — 8,75 руб. При переходном коэффициенте 2,5 это дает на 1 кв. м. 2,2 руб. Наши выполненные здесь установки стоили всегда ниже на 20—25% (или около этого).

² Проф. Чаплин.

Зима центрального района Союза отличается, как известно, суровыми и продолжительными холодами (северо-восточная климатическая область). По данным Бюро обслуживания Москвы, в 1927—28 г.г. имели место следующие месячные температуры:

Октябрь	+3,8	Январь	—11,2
Ноябрь	—2,2	Февраль	—10,7
Декабрь	—11,6	Март	—5,2

Зимой того же года средняя суточная температура была ниже —15°.

Декабрь		Январь	
17	—17,9°	18	—16,3°
18	—16,4°	19	—14,3°
19	—21,5°	20	—16,2°
20	—25,5°	21	—18,1°
21	—16,6°		

Февраль			
3	—15,6°	22	—16,6
4	—21,7°	23	—15,9
5	—24,6°	24	—16,7
6	—21,9°	25	—16,2
7	—16,9°	26	—19,4

Суточная температура не отличается большим постоянством, но амплитуда суточных колебаний в декабре, январе и феврале (самых холодных месяцах года) не отличается резкими изменениями температур. При установившейся холодной погоде температура ниже 10° держится неделями, неделями же держатся температуры ниже—15°, переходя даже на март. Температуры ниже—20° часто имеют место свыше недели (подряд). Абсолютный минимум, как это мы видели выше, достигает (для Москвы)—42°.

Климатологические предпосылки обуславливают для северного района СССР расчетную температуру не выше—30°C., каковая и кладется в основу исчисления теплотерьер ограждающих конструкций.

Переходя к климату ср.-азиатских республик, нельзя не учесть огромной разницы в движении температур по сравнению с центром Союза, хотя здесь и там климат континентальный (в Ср. Азии даже более резко выраженный). Широтность (широта Италии, Испании), несмотря на многие неблагоприятные факторы (о которых мы не будем распространяться) делает недопустимыми здесь такие низкие и продолжительные температуры, какие наблюдаются в центральных районах СССР. Правда, зима в Ср. Азии холодна, но она имеет такие особенности, которые исключают какое либо сравнение с московской, наприм., зимой и обуславливают и иной режим зданий в зимний период.

Абс. минимумы высоки, но ниже, чем в Европейской части СССР. Мы имеем для ср.-азиатских республик: Самарканд—20,9°, Ташкент—28,1°, Фергана—25,3°, Ашхабад—25,8°. Особняком стоят такие города как Фрунзе, Ош (первый в наиболее северной части территории ср.-аз. республик, второй—на большой высоте), где абс. минимум достигает 30—40° (Фрунзе—38,1°).

Самым холодным месяцем в году является один месяц—январь. Число холодных дней вообще незначительно, что усматривается из нижеследующей таблицы.

Таблица 4.

Таблица 4.

№№ по порядку.	Города.	1927 г.			1928 г.			1929 г.		
		Число дней в году с температурою ниже								
		-10°	-15°	-20°	-10°	-15°	-20°	-10°	-15°	-20°
1	Самарканд	7	6	1	21	2	—	8	8	3
2	Бухара	6	5	4	21	—	3	8	6	6
3	Ашхабад	7	6	2	14	—	—	3	11	—
4	Дюшамбе	4	4	—	9	5	—	7	2	—
5	Фергана	14	5	—	16	4	—	8	9	6
6	Ташкент	9	4	3	15	11	—	11	6	5
7	Ош	15	5	3	10	14	1	20	7	7
	Фрунзе	20	8	12	18	15	11	9	7	13

Таблица содержит данные за 3 последних зимы: это наиболее холодная триада (повторяющаяся, видимо в Ср. Азии с известной правильностью), что тем более подкрепляет наши соображения. Ош и Фрунзе здесь также не в счет.

Климатическую характеристику можно дополнить еще следующими данными.

Температура ниже—20° никогда не держится подряд 3 дня (кроме Оша и Фрунзе).

Температура как особенно морозных дней, так и вообще холодных, имеет огромные колебания в течение суток. Это иллюстрируется графиками 1-м и 2-м, где виден ход температур по часовым наблюдениям за 21 и 22 января 1927 г. и за 15 и 19 января того же года. Первый график дан для более низкого падения температуры, второй—для рядового холодного дня. Оба графика характерны, как показатели резких колебаний температур в зимний период. В первом случае средняя суточная при минимуме—22,7° равна—18,07°, во втором при минимуме почти в—11°—средняя суточная—8,3°. Температура, падающая в ночные часы соответственно до—22,7° и—10,9° поднимается к 13—14 часам и до—10,8° и—2,8° при амплитуде в 12° и 8°. (Температура постояннее для Оша и Фрунзе).

Если бы наблюдения производились на солнце, то результаты были бы еще интереснее. Солнечная радиация здесь очень высока. Разница теневых и солнечных температур весьма большая, неизвестная север-

¹ 50-летние наблюдения указывают, что больше 3-х зим подряд с большими отклонениями от нормы не бывало. Первая декада 1929 года за январь дала +5,° вторая была ниже нормы на 14°. В среднем весь январь дал—4,5° против нормы (—0,6°). 27-й год был более холодным, 29-й год характерен более устойчивыми морозами. Температура—22° в 1929 году не держалась полные 3 дня.

ным широтам. Помещение, обращенное на солнечную сторону, сильно прогревается лучистой теплотой, хотя бы наружная температура в тени и была много ниже нуля. На освещенной части улицы мы видим (даже в зимние месяцы) свежую траву, тогда как на теневой стороне почва скрыта под слоем снега, или льда. Иней на деревьях в морозный день к 12 часам стает, спадает с ветвей под влиянием солнечного тепла. Описанные явления типичны для здешнего климата. Ср.-азиатское солнце — горячее и дает себя знать даже зимой.¹

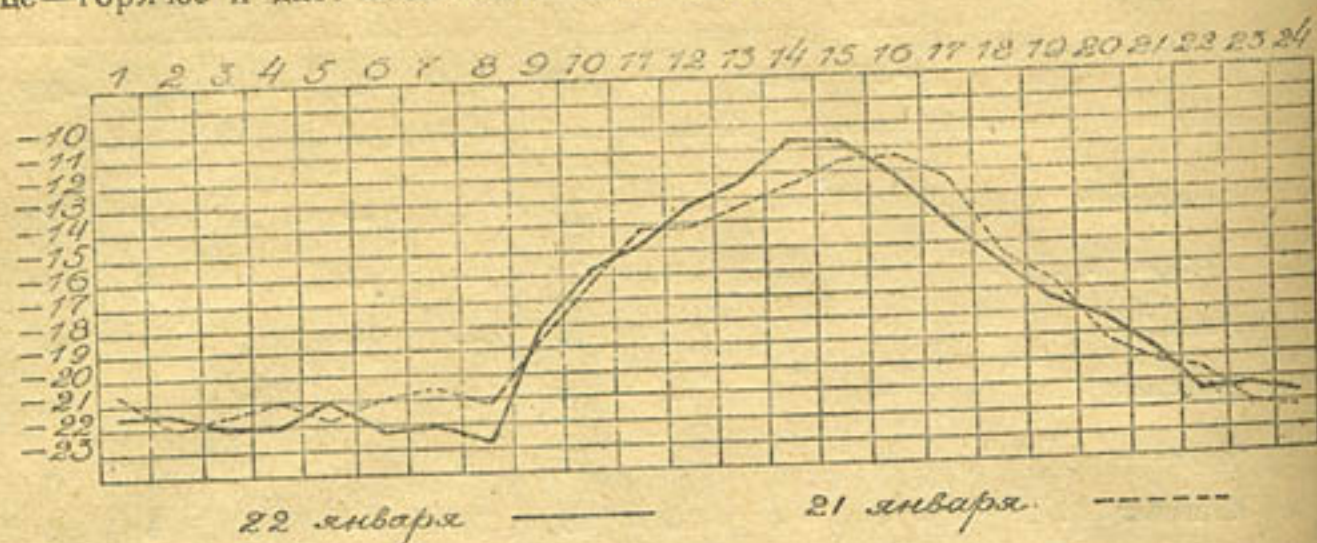


Рис. 1. Суточный ход температуры воздуха по г. Ташкенту за январь 1927 г.

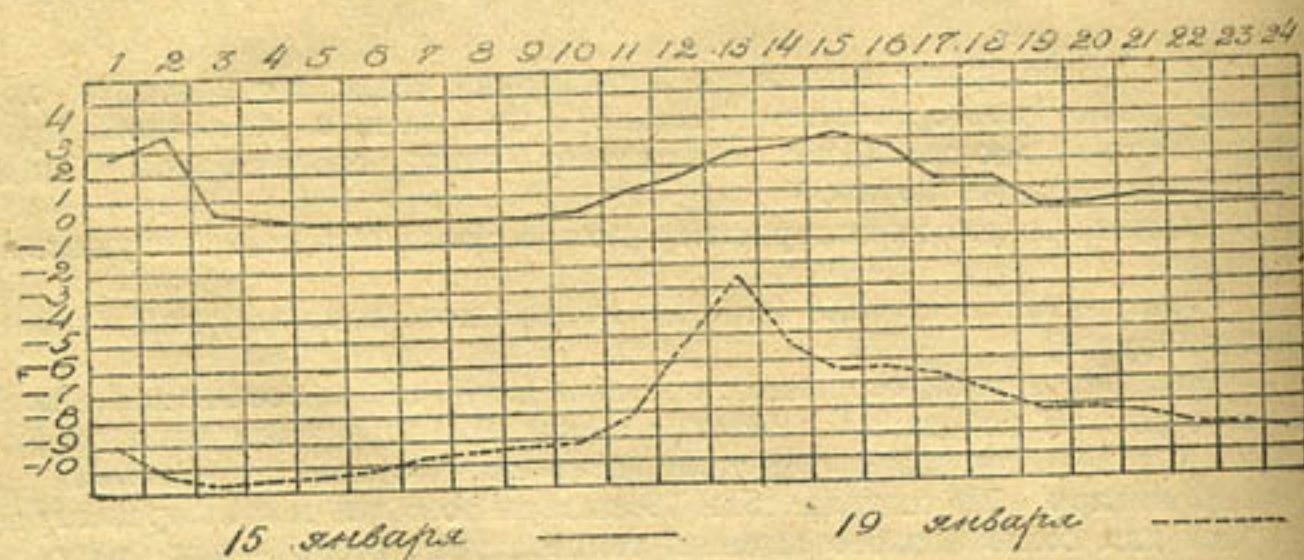


Рис. 2. Суточный ход температуры воздуха по г. Ташкенту за январь 1927 г.

Абсол. минимальные и вообще низкие (ниже $15 - 20^{\circ}$) температуры здесь не имеют такого показательного значения, как в центре Союза, температурные данные для которого (при не особенно холодной зиме при этом) мы приводили выше. В самом деле: средняя января для Москвы -11° , тогда как для Ташкента она $-0,6^{\circ}$, для Ферганы $-2,6^{\circ}$, Самарканда $+0,3^{\circ}$, Ашхабада $+0,5^{\circ}$, Бухары $+1,7^{\circ}$. Низкими являются температуры, как и нужно ожидать, для Оша (-3°) и для Фрунзе ($-5,4^{\circ}$). Холода носят здесь характер э изодический: их продолжительность нужно измерять не днями, а часами.

¹ Влиянием солнечной инсоляции на здание у нас пренебрегают, но это фактор достаточно важный для того, чтобы его учитывать при подсчете потерь тепла в виде, напр., не на бросок на страны света, рекомендуемых при подсчетах, а складок в известном % с полученной суммы потерь.

Вышеприведенные (хотя и краткие) данные ставят вопрос о том, нельзя ли нашу расчетную температуру исчислить на иных основах, чем это делается в центральных районах Союза, т. к. равнять установку отопления по нашим эпизодическим, кратковременным холодам вряд ли целесообразно. Холода эти, как мы видели выше: а) бывают не каждый год (средняя января имеет в части городов Ср. Азии температуру выше 0°), б) не держатся свыше 3-х дней подряд, в) ограничивают свою продолжительность несколькими (ночными и утренними) часами в течение суток, г) в солнечную погоду (почти неизменно связанную с низкой температурой), на солнечной стороне в дневные часы сменяются более умеренным холодом, при чем амплитуда этого колебания значительно превосходит теневые перемены температур. Если припомнить вышевысказанное замечание о том, что период времени, средняя температура которого влияет на температуру комнатную, для каменных жилых зданий равняется трем суткам, то выходит, что наши холода парализуются всегда и во всяких случаях этой тепловой инерцией здания, снижаясь до средней за 3-ое суток.

В зиму у нас такой случай бывает один раз (если иметь в виду наименее выгодную холодную зиму). Чтобы избежать риска охлаждения здания, необходимо в важнейших случаях (промышленность, где ровная внутр. температура обуславливает правильный и рациональный технологический процесс) в выборе наружной температуры для расчета строиться по неблагоприятнейшей зимней температуре, хотя бы она продолжалась 1—2 дня (с теми особенностями, о которых упоминалось выше). Выбирать здесь нужно (в соответствии с вышесказанным) среднюю низшую температуру за 3-х суточный период. Вышеприведенная формула проф. Чаплина более или менее отвечает последнему условию.

По формуле проф. Чаплина для городов ср.-аз. республик получаются след. расчетные температуры¹⁾:

Самарканд: $T = 0,3 + 0,6 (-20,9 - 0,3) = -12,42^{\circ}$ кругло— 12°

Бухара: $T = 1,7 + 0,6 (-22,5 - 1,7) = -12,82^{\circ}$ кругло— 13°

Ашхабад: $T = 0,5 + 0,6 (-25,8 - 0,5) = -15,28^{\circ}$ кругло— 15°

Фергана: $T = -2,6 + 0,6 (-25,3 + 2,6) = -16,22^{\circ}$ кругло— 16°

Ташкент: $T = -0,6 + 0,6 (-28,1 + 0,6) = -17,10^{\circ}$ кругло— 17°

Фрунзе: $T = -5,4 + 0,6 (-38,1 + 5,4) = -25,02^{\circ}$ кругло— 25°

В жилых и общественных зданиях, как мы полагаем, держаться написанных расчетных температур было бы нерасчетливо. Это значило бы удорожать установку из за нескольких дней в зиму (при том не в каждую зиму), когда самый высший риск состоит в том, что температура в помещении снизится на несколько градусов против нормальной (в зависимости, конечно, от принятой с большим, или меньшим повышением наружной температуры), каковое обстоятельство даже и в этом случае может быть или устранено совершенно, или выправлено до сносных санитарных норм форсированием действия установки в холодные дни.

Поясним наши соображения примером.

¹⁾ Если принять худшие случаи температур за 3-х дневный период для Самарканд— 21° ,— 18° ,— 10° ; для Бухары— 22° ,— 18° ,— 15° ; для Ашхабада— 25° ,— 18° ,— 15° ; для Ферганы— 25° ,— 20° ,— 15° ; для Ташкента— 28° ,— 25° ,— 15° , то соответственно беря для этих городов среднее арифметическое от средних суточных температур (за 3 дня), получим цифры температур, разнящиеся от написанных расчетных в дробях градуса или в редких случаях на 1° . Сочетания температур, конечно, могут быть и другими: результат будет почти тот же.

Пусть помещение теряет при разнице температур в 37° (наружная— 17° и внутри $+20^{\circ}$) A Cal.; при разнице в 32° (наружная— 12° и внутри $+20^{\circ}$) потери выразятся в $\frac{3}{28} A$ и будут меньше действительных потерь (считая за настоящую норму $t = -17^{\circ}$) на A ($-\frac{3}{28} A$).

Расчетом должно было бы быть выполнено равенство:

$$A = KF \left[20 - (-17) \right],$$

тогда как ведя расчет при $t = -12^{\circ}$, мы имеем:

$$\frac{3}{28} A = KF \left[15 - (-17) \right],$$

т.е. снижаем температуру комнат на 5° .

Поверхность нагр. приборов при нормальной температуре A Cal. выразится

$$F_1 = \frac{A}{K \left(\frac{90+60}{2} - 15 \right)},$$

при чем получающаяся в этом случае величина приборов будет меньше той, какую нужно иметь для нормальной комнатной температуры, т.е.

$$F_2 = \frac{A}{K \left(\frac{90+60}{2} - 20 \right)}.$$

Приходится или увеличить поверхность приборов, чего сделать нельзя, раз установка произведена на более высокую наружную температуру в видах экономии, или поднять температуру котла (форсировать топку), выравнивая температуру при тех же приборах. Тогда

$$F_1 = \frac{A}{K \left(\frac{100+60}{2} - 20 \right)},$$

но $t = 100^{\circ}$ (при вод. отопл. низк. давл.) нельзя держать в котле, который мы можем подогреть лишь до 95° , и придется мириться с некоторым понижением температуры в помещении

$$F_1 = \frac{A}{K \left(\frac{95+60}{2} - 17,5 \right)}$$

Понижение это, как видим, невелико по сравнению с повышением нар. температуры (с -17° до -12°). Оно всего $2,5^{\circ}$ ¹.

Мы принимали везде температуру внутри $+20^{\circ}$. Для школ, обществ. зданий, где внутр. расчетная t ниже ($+18^{\circ}$), для корридоров, лесниц с $t_{расч.} = +15^{\circ}$ снижение в $2-3^{\circ}$ может уже быть довольно ощутительным.

Рассуждая так же, как выше, можно показать сравнительную безопасность температурных перепадов при других разницах температур.

Таким образом, для жилых и обществ. зданий можно было бы предложить след. расчетные наружные температуры: Ташкент— 12° ; Фергана— 11° ; Ашхабад— 10° ; Бухара— 8° ; Самарканд— 7° .

¹ Принимая температуру в котле в 80° , мы получим еще более выгодные условия для форсирования топки.

Для исчислений теплоемкости системы (при водяном отоплении) принимается средняя температура января. Здесь лучше брать не нормальную среднюю, а аномальную—среднюю холодных лет. Поэтому этот ряд температур был бы в порядке перечисленных городов следующим: Ташкент—5°; Фергана—7°; Ашхабад—5°; Бухара—3°; Самарканд—4°. Цифры округлены. Соображения, почему здесь берутся низшие значения температур против нормальных, не требуют особых пояснений, так как теплоемкость систем должна отвечать именно условиям аномальных лет.

Сделаем еще несколько замечаний относительно полов и потолков. Температура чердаков, как известно, принимается несколько высшей против наружной, так как в чердаке происходит выделение тепла дымовыми трубами, вытяжными каналами, трубопроводами центрального отопления и т. д. В наших условиях не следует пренебрегать таким фактором согревания, как прогревание (в особенности железных крыш) прямыми солнечными лучами. Для чердаков следует брать, таким образом, иную разность температур, чем между внутренним и внешним ограждением. Проф. Чаплин рекомендует пользоваться для расчетов разницей температур, сниженной против обычной в 0,8 раз.

Таким образом, для Ташкента температура чердака будет—9,06°, кругло—10°; для Ферганы—8,8° кругло—9°; для Самарканда—5,6° кругло 6° и т. д.¹

Переходя к полам, мы разделим таковые на: 1) полы с открытым (с помощью продушин в наружных стенах) подпольем; 2) полы с закрытым подпольем и полы на лагах (с закрытым или открытым подпольем) и 3) полы сплошные, основанные прямо на земле.

Для первого случая температуру подполья предлагается брать высшей против наружной. Проф. Чаплин рекомендует для этого случая снижать расчетную разницу температур в 0,6 раз.² При таком способе расчета мы получим для наших городов цифры: для Ташкента—2,2° кругло—2°; для Ашхабада—1° и т. д.

Полы сплошные, полы на лагах (а мы сюда относим также полы с невысоким в условиях нашей жилищной стройки подпольем, подпольем закрытым, хорошо утепленным подсыпкой, снабженным внутренней вентиляцией, как это изображено на рис. 3) испытывают охлаждение лишь по части своей поверхности, обращенной к наружным стенам, либо совсем не испытывают никакого охлаждения (в расчетном, разумеется, смысле).

Для таких случаев нашими теплотехниками³ указывается способ расчета, в суть которого мы входить не будем, состоящий в том (см. рис. 4), что теплотери считаются от подземной части ограждающей стены в полосе пола, определяемой секущей линией, проведенной под углом в 45° от внутренней точки стены, лежащей на глубине промерзания грунта. При этом К такой стены с хорошим запасом можно принять равным 0,6 К свободной стены с разностью температур в обоих случаях одной и той же, равной разности температур помещения и внешней. Если пол расположен выше уровня земли, то при таком подсчете раз-

¹ В первом случае: $t_{нар.} = -17^{\circ}$, $t_{внутр.} = +20^{\circ}$, разница 37°. $37 \times 0,8 = 29,6^{\circ}$. $29,6^{\circ} - 20^{\circ} = 9,6^{\circ}$. Во втором: $t_{нар.} = -16^{\circ}$, $t_{внутр.} = +20^{\circ}$, разница 36°. $36 \times 0,8 = 28,8^{\circ}$. $28,8^{\circ} - 20^{\circ} = 8,8^{\circ}$ и т. д.

² «Курс отопл. и вентиляции» Москва, вып. 1-ый, где изложены соображения о расчетных температурах и режиме чердака и подполья. См. также: проф. В. Мачинский «Теория активной теплоемкости зданий» Москва.

³ Проф. Чаплин, проф. Мачинский и др.

⁴ Для полов на лагах коэффициент снижается до 0,5.

ницу температур следует считать ту же, но K принимать полностью, как для свободно стоящей стены (в надземной части стены).

Построение это (получившее теплотехническую основу, почти сходную у разных авторов) в наших условиях легко применяется к категориям полов 2-ой и 3-ей: нужно лишь сделать оговорки в отношении глубины промерзания, определяющей, как мы видели выше, самый подсчет теплопотерь, а также в отношении полов с защищенным подпольем (рис. 3).

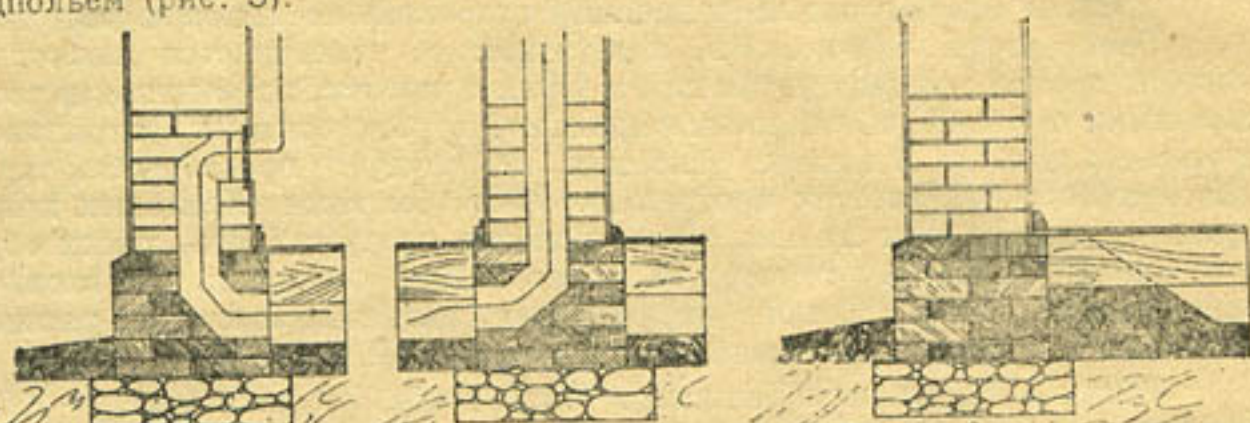


Рис. 3. Пол с утепленным и снабженным внутренней вентиляцией подпольем.

Линию промерзания установить у нас очень трудно,¹ но по ст. Ташкент и ст. Самарканд средняя промерзаемость может быть посчитана от 30 до 40 см. Она не представляется постоянной и наблюдается лишь

в м. январе. Для расчетов можно принять: Самарканд, Бухара, Ашхабад—30 см.; Фергана—35 см.; Ташкент—40 см.; Ош, Фрунзе не менее 50 см. (?).

Если мы сравним нашу глубину промерзания (непостоянную, наблюдаемую в холодные зимы в январе), с таковой же центра СССР, где обычно она считается около 1,5 м., то должны будем признать, что со стороны теплотехнического расчета мы здесь находимся в несоизмеримо лучших условиях.

Пол с подпольем, защищенным подсыпкой, и с внутренней вентиляцией можно считать совсем не подлежащим учету в отношении теплопотерь.

Рис. 4. Охлаждение сплошного пола, основанного на земле. H —глубина промерзания a —в линия, определяющая остывающий участок пола b —в.

¹ В Средазмете не имеется глубинных термометров. Нужно пожелать, чтобы исследования о промерзании, важные для нашего строительства, были поставлены Средазметом.

Данные для расчета теплопотерь мы соединим в следующей таблице.

Таблица 5.

№№ по порядку	Города	Широта	Долгота	Высота над ур. моря (м.)	Общие тепловые данные			Расчет, данн. для пром. и жил. здан.			Наружная расчет. температура	
					Абс. миним.	Средн. января	Глуб. промерз. (м.)	чердака	подполья	смысл и значение теплотехн. (при вод. сист.)	Промышл. здания	Жил. и обществ. здан.
1	Самарк.	39°39'	66°57'	725	-20,9	+0,3	0,3	-6	+1	-4	-12	-7
2	Бухара	39°42'	64°33'	222	-22,5	+1,7	0,3	-6	-0	-3	-13	-8
3	Ашхаб.	37°57'	58°23'	218	-25,8	+0,5	0,3	-8	-1	-5	-15	-10
4	Фергана	40°24'	71°47'	575	-25,3	-2,6	0,35	-9	-2	-7	-16	-11
5	Ташкент	41°19'	69°16'	455	-28,1	-0,6	0,4	-10	-2	-5	-17	-12
6	Дышам.	38°34'	68°48'	772	-19(?)	-0,9(?)	0,3	-6(?)	+1	-5(?)	-12?	-7(?)
7	Ош . .	40°31'	72°49'	1016	-25(?)	-3,0	0,5(?)	-9(?)	-2(?)	-8	-16(?)	-11(?)
8	Фрунзе	42°54'	74°37'	750	-38,1	-5,4	0,5(?)	-16	-7	-10	-25	-25
9	Москва	55°46'	37°40'	137	-42	-0,11?	1,5	-20	-10	-10	-30	-30

Знаки вопросов (?), имеющиеся в таблице (Дюшамбе, Ош и Фрунзе), указывают на то, что выставленные цифры могут быть не вполне точными. Дело в том, что по Дюшамбе наблюдения с минимальным термометром ведутся лишь 3 года (1927, 28, 29 г.), почему, конечно, абсолютный минимум может и не быть—19°, средняя температура января может и не быть—0,9°. Выводы из таких предпосылок могут и не быть вполне точными, почему и несут знаки вопросов. Однако, за неимением других метеорологических данных приходится принимать за исходные температуры, приведенные в таблице. Южное положение Дюшамбе, характер трех последних зим (как холодных) дают уверенность в том, что возможная погрешность здесь невелика. Для Оша абсолютный минимум в климатологических данных² отсутствует. Нами он взят из книги «Климат Оша». Затем глубина промерзания для Оша и Фрунзе нами взята предположительно.

Приведенными соображениями об особенностях расчетов центральных систем отопления мы и ограничимся, не претендуя на непогрешимость выставленных положений. Мы коснулись некоторых сторон расчета лишь в порядке постановки этих вопросов и думаем, что цель статьи будет достигнута, если теплотехники, интересующиеся этим отделом санитарных установок, попробуют более углубленно проработать некоторые неясности теплотехнических подсчетов, связанные с условиями нашего средне-азиатского климата.

Задача эта относится к порядку срочных (пятилетка!)

¹ По данным Средазмета минимальная температура по Дюшамбе: 1927 г.—19°, 28 г.—16°, и 29 г.—17°. Средние за январь за те же годы $\frac{-0,2+(-1)+(-1,5)}{3} = -0,9^\circ$.

² Материалы по районированию Ср. Азии. Кн. 3. Климатическое районирование Ср. Азии. Т. 26, г.

Инженер-мелиоратор П. Н. Прохоров.

К вопросу о расчете мелкой оросительной сети при орошении чеками.¹

Настоящая ориентировка была проведена на Тингутинской опытно-мелиоративной станции по инициативе б. директора указанной станции, ныне покойного И. С. Мастерова.

Инициатору работы удалось провести полевую часть работы и собрать цифровой материал.

Автору, принимавшему участие как в постановке полевой части работы, так и в обработке собранного материала, принадлежит лишь некоторая систематизация цифрового материала и составление текста.

Все табличные величины переведены с русских мер в метрические.

При эксплуатации орошаемых земель одним из самых важных вопросов является расчет и устройство мелкой оросительной сети.

Основными расчетными элементами, как известно, являются: величина поливной нормы (m), размеры поливной площадки (ϕ), продолжительность полива единицы площади (t) и поливная струя (p).

Все эти величины тесно связаны между собой и, в конечном счете, зависят от физических, главным образом, видных свойств тех почв, на которых производится орошение.

Для выяснения зависимостей, существующих между указанными выше элементами при данных почвенных условиях, на Тингутинской опытно-мелиоративной станции было предпринято опытное исследование в полевых условиях.

Цель этого исследования заключалась в выяснении следующих вопросов.

1. Каким образом будет изменяться величина поливной нормы в зависимости от а) величины площади чека (в случае квадратной формы чеков) и б) величина поливной струи при изменении ее от 5 до 10 секунд-литров.

2. Как будет изменяться продолжительность полива единицы площади в зависимости от изменения величин, стоящих под литерами а) и б).

3. Как будет изменяться поливная норма в зависимости от размеров чеков, если последние будут иметь прямоугольную форму при постоянной длине их и переменной ширине, если величина поливной струи будет равна $p=10$ лит/сек.

¹ Из работ Тингутинской опытно-оросительной станции (1923 г.).

4. Как будет изменяться продолжительность полива единицы площади при прямоугольной форме чеков и той же величине p и размеров чеков.

5. Какая из испытанных форм чеков будет наиболее экономной в смысле потребления воды и времени на орошение единицы площади.

Все перечисленные вопросы рассматривались при следующих условиях.

1. При орошении чеков вода подавалась на них такими минимальными нормами, которые могли лишь смочить поверхность чека.

2. Поливная струя во все время полива оставалась вполне определенной, наперед заданной величиной.

3. Оросительная вода из регулирующего канала на чек впускалась только через один водовыпуск, сделанный в верхнем валике каждого чека.

4. Поверхность всех чеков была вспахана и спланирована с уклоном, близким к 0,0004 по направлению длины чека.

Для проведения опыта на участке с тяжелой суглинистой почвой были заложены чеки двух видов. Первые имели форму квадратов со сторонами от 2,13 до 34,14 мет. длиной и площадью от 4,55 до 1.165,37 кв. метров, и вторые—прямоугольной формы при постоянной длине $l=68,27$ мет. и ширине от 4,27 до 17,7 метр.

Каждый чек по периметру был огражден земляным валиком высотой в 0,30 метра и одной из своих сторон примыкал к каналу последнего порядка, из которого на него и поступала при поливе оросительная вода.

Учет воды, поступавшей на чеки, производился водосливными щитами сист. Чиполетти, установленными в головах вспомогательных каналов в расстоянии 4 метр. от ближайших чеков.

Во все время производства поливов на водосливах поддерживался определенный напор, соответствующий заданному « p ».

В целях уменьшения потерь в вспомогательных канавах на пути между водомерами и чеками, указанные каналы перед началом опытного полива промачивались в течение 4 часов, путем пропуска по ним воды мимо чеков.

Опыт заключался в поливе чеков, при чем оросительная вода поступала на чеки током, заранее заданным: $p=5$ и 10 литр/сек.

Когда оросительная вода, двигаясь по поверхности чека и увлажняя ее, достигала противоположного водовыпуску валика, впуск воды на чек прекращался.

Время начала и конца впуска воды на каждый чек точно фиксировались.

Результаты произведенных поливов представлены в нижеследующих таблицах:

Данные по орошению чеков квадратной формы током $p=5$ литр/сек. сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Размеры поливной площадки (чека)			Поливная норма в куб. мет. на гектар	Продолж. полива единицы площ. в часах
Длина в мет.	Ширина в метрах	Площадь метр ²		
2,13	2,13	4,55	116,64	7,20
4,27	4,27	18,21	223,56	12,19
8,53	8,53	72,84	554,04	30,78
17,07	17,07	291,34	1.280,61	71,14
34,14	34,14	1.165,37	1.728,27	95,96

Из таблицы следует, что с возрастанием поливной площади (ω) возрастает как величина поливной нормы (m), так и продолжительность полива 1 гектара.

Данные о поливе квадратных чеков током $p=10$ литр/сек. приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Размеры поливной площ. (чека)			Поливная норма в куб. мг. на гектар	Продолж. полива 1-цы площ. в часах
Длина в мт.	Ширина в метрах	Площадь метр ² .		
2,13	2,13	4,55	280,71	7,80
4,27	4,27	18,21	449,12	12,44
8,53	8,53	72,84	763,02	21,18
17,07	17,07	291,34	1.319,49	36,65
34,14	34,14	1.165,37	1.778,67	49,42

Эта таблица выявляет ту же самую тенденцию к росту поливной нормы и продолжительности полива гектара с увеличением площади чека.

Из сравнения величин, находящихся в приведенных таблицах, можно видеть, что как поливная норма (m), так и продолжительность полива гектара (t), возрастают с увеличением площади чеков (ω) в различной степени, в зависимости от величин поливной струи (p).

Для выяснения вопроса о том, при каких величинах (ω) выгоден тот или иной ток (p), составлены две нижеследующие таблицы: в первой из этих таблиц выявлена зависимость между величиной площади чека (ω) и поливной нормой (m) при значениях p в 5 и 10 лит/сек., и во второй—представлена зависимость между (ω) и продолжительностью полива одного гектара (t) при тех же значениях p .

Таблица 3.

Площ. чека метр ² . ω	Полив. норма в куб. мг. /гек. (m) при значениях		Разница между поливн. нормами ($m_{10}-m_5$)	
	$p=5$ лит/сек.	$p=10$ лит/сек.	В куб. метр. на гект.	В % к p_{10}
4,55	116,64	280,71	164,07	58
18,21	223,56	449,12	225,56	50
72,84	554,04	763,02	208,92	27
291,34	1.280,61	1.319,49	38,88	3
1.165,37	1.728,27	1.778,67	50,00	2

Таблица 4.

Площ. чека метр ² ω	Продолжительность полива 1 гект. (t) при значениях		Разница между $t_{p5} = t_{p10}$	
	p=5 лит/сек.	p=10 лит/сек.	В часах	В % к t_{p5}
4,55	7,20	7,80	-0,60	∞ 0
18,21	12,19	12,44	-0,25	∞ 0
72,84	30,78	21,18	9,60	31
291,34	71,14	36,65	34,49	47
1.165,37	95,95	49,42	46,54	48

Из рассмотрения таблицы 3 следует, что экономия оросительной воды от орошения током $p=5 \frac{\text{лит.}}{\text{сек.}}$ с увеличением площади чеков (ω) сильно уменьшается, составляя для наиболее крупных чеков всего 2—3%.

Следовательно, малые чеки выгоднее поливать малым током, как дающим меньшие потери оросительной воды при движении ее по поливной площадке.

Что же касается больших чеков, то величина тока (p) здесь почти не влияет на величину поливной нормы (m).

В таблице 4 сделано сопоставление площадей поливных площадок (ω) и продолжительности полива единицы площади (t) также при двух значениях поливного тока (p).

Из последней таблицы видно, что при поливе больших чеков током $p=10 \text{ лит./сек.}$ экономия во времени достигает почти 50% сравнительно с затратой времени при $p=5 \text{ лит./сек.}$

Экономия же от применения малого тока при орошении малых чеков получается крайне незначительная, близкая к нулю.

Резюмируя выводы, полученные из рассмотрения последних таблиц по данным проведенного опыта, можно сказать следующее:

1. Малые чеки площадью до 72,84 мет.² выгоднее поливать малым током ($p=5 \text{ лит./сек.}$), как дающим значительную экономию оросительной воды;

2. Большие чеки, площадью свыше 72,84 мет.² следует поливать большим током ($p=10 \text{ лит./сек.}$), так как этот ток дает экономию во времени, сравнительно с затратой времени при поливе малым током; величина же поливной нормы в зависимости от величины секундотока здесь изменяется крайне мало.

Данные о поливе прямоугольных чеков постоянной длины ($l=68,27 \text{ метр.}$) и различной ширины от 4,27 до 17,07 метр.) при величине поливной струи $p=10 \text{ лит./сек.}$, представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Размеры поливной площадки (чека)			Поливная норма в куб. мет. на гект. (m)	Продолж. полива единицы площ. в часах (t)
Длина в метрах	Ширина в метрах	Площадь в мет. ² (ω)		
68,27	4,27	291,34	911,25	25,31
»	8,54	582,68	1275,75	35,47
»	12,81	874,02	1299,96	34,20
»	17,07	1165,37	1618,92	44,61

Из рассмотрения последней таблицы следует, что с изменением ширины поливной площадки как поливная норма, так и продолжительность полива 1-цы площади, возрастают, хотя и в меньшей степени, чем ширина или площадь чеков.

Далее перейдем к рассмотрению вопроса о том, какая же из испытанных форм чеков является наиболее рациональной в смысле сбережения оросительной воды и рабочего времени поливщика—квадратная или прямоугольная, вытянутая по уклону.

Для выяснения этого вопроса составлена таблица 6, в которой собраны интересующие нас элементы при поливе током $p=10$ лит./сек.

Таблица 6.

Площ. чека (ω)	Поливная норма в куб. мт. на гектар (m)		Разница между поливн. нормами	
	Для чеков, где $l=b$	Для чеков, где $l \neq b$	В куб. мет. на гектар	В %/о/о
291,34	1.319,49	911,25	408,24	31
1.165,37	1.778,67	1.618,92	613,30	10

Из рассмотрения этой таблицы следует, что с увеличением площади чека поливные нормы возрастают, но поливные нормы для чеков вытянутых получаются меньшими, чем для квадратных чеков, при равновеликих площадях чеков.

Однако, по мере увеличения ширины чеков (прямоугольных) они становятся менее экономными в смысле потребления оросительной воды и при значительной ширине приближаются по величине поливной нормы к равновеликим им квадратным чекам.

Для характеристики квадратных и прямоугольных чеков в смысле экономии рабочего времени при поливе током $p=10$ лит./сек., составлена нижеследующая таблица.

Таблица 7.

Площ. чека мет. (ω)	Продолжит. полива 1 гект. t в часах при		Разница между продолж. полива чеков	
	Квадр. чеках $l=b$	Прямоуг. чеках $l \neq b$	В часах	В %/о/о
291,34	36,65	25,31	11,34	31
1165,37	49,45	44,61	4,84	10

Из последней таблицы следует, что с увеличением площади чеков продолжительность полива также увеличивается, при чем длинные чеки более экономны, чем квадратные. Разница между продолжительностью их полива с возрастанием площади чеков уменьшается.

Для более наглядного представления о зависимости, существующей между величиной поливной площадки (ω), минимальной поливной нормой (m) и продолжительностью полива единицы площади (t) при значениях поливного гидро модуля $p=5$ и $p=10$ литр./сек., применительно к рассмотренным видам чеков, составлен график.

График составлен следующим образом.

По горизонтальной оси (ω) отложены площади чеков (квадратных и прямоугольных), выраженные в кв. метрах; по вертикальной оси, вверх

от нуля, отложены поливные нормы (m), выраженные в куб. метр. на гектар, и по той же оси вниз от нуля—промежутки времени, выраженные в часах (t), затраченные на полив 1 гектара.

На графике имеется 6 кривых, из коих 3 верхние (расположенные выше оси ω) выражают зависимость между ω и m , при чем № 1 (самая верхняя) кривая выражает эту зависимость для квадратных чеков, поливаемых током $p=10$ лит./сек.; кривая № 2 (средняя из верхних) выражает ту же зависимость для квадратных чеков, но при $p=5$ сек./лит. и, наконец, кривая № 3 (нижняя из верхних) выражает ту же зависимость для прямоугольных чеков, поливаемых током $p=10$ литр/сек.

КРИВЫЕ

ЗАВИСИМОСТИ ПОЛИВНОЙ НОРМЫ (m) И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЛИВА ГЕКТАРА (t) ОТ ПЛОЩАДИ ЧЕКА (ω)

• ТОЧКИ ПОЛУЧЕННЫЕ ОПЫТОМ КРИВЫХ

• • • БЛИЗКИЕ К НИМ ПАРАБОЛЫ ВЫЧИСЛЕННЫЕ ПО ФОРМУЛЕ

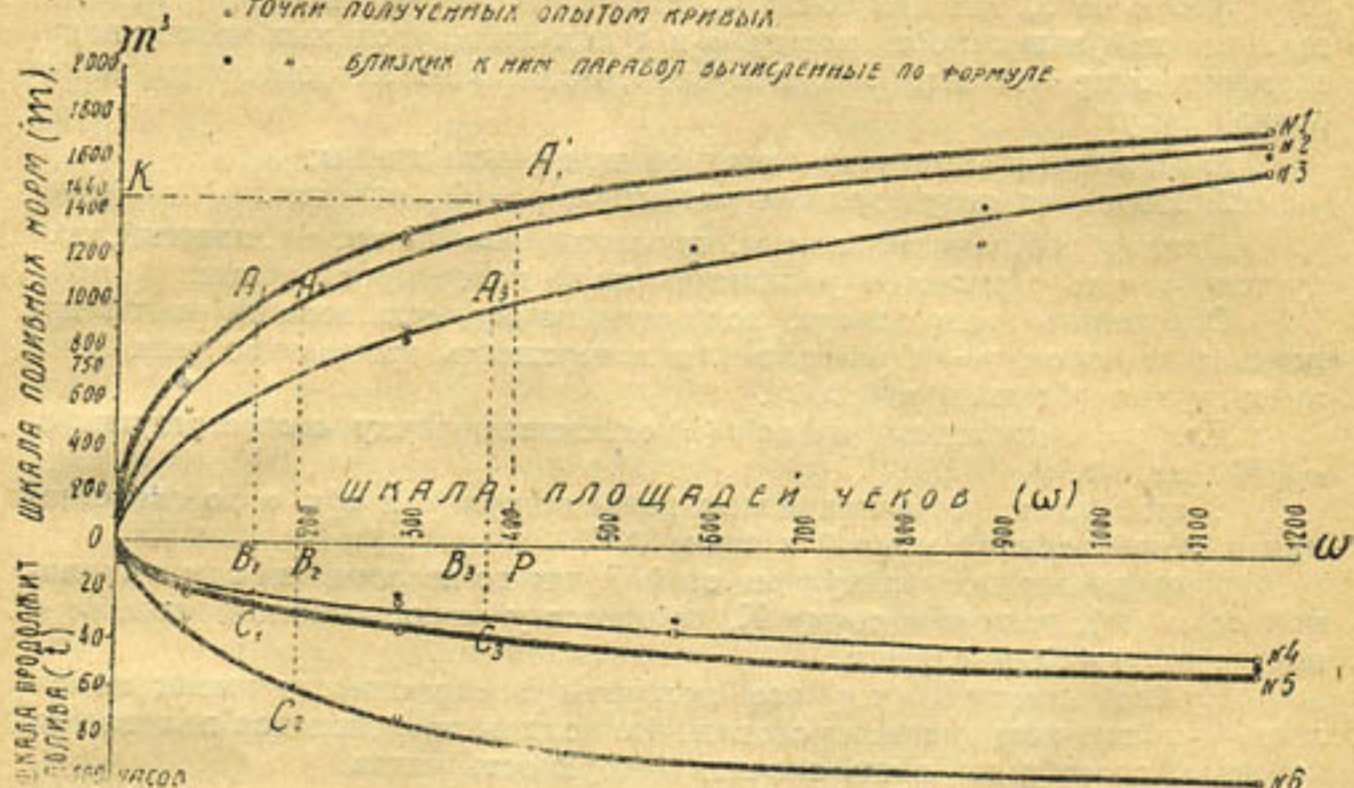


Рис. 1.

Кроме того, имеются 3 кривые, расположенные ниже оси ω , из коих: № 4 (самая верхняя из них) выражает зависимость между ω и t для прямоугольных чеков при $p=10$ лит./сек.; кривая № 5 (средняя) выражает ту же зависимость для квадратных чеков при $p=10$ лит./сек. и кривая № 6 (самая нижняя) выражает ту же зависимость для квадратных чеков, но при $p=5$ лит./сек.

Все эти кривые по своему виду очень близки к параболам вида:

$$y^2 = 2px.$$

Данный график при помощи простейших построений дает возможность легко решить ряд задач по расчету элементов техники полива в пределах, ограниченных условиями опыта.

Рассмотрим несколько примеров подобного рода расчетов.

Пример 1. Требуется полить методом затопления некоторую площадь, при чем:

- Необходимо лишь смочить поверхность чеков;
- Поливная норма должна быть равна $m=1.000$ мет.³/гект.

Требуется определить:

а) Какими должны быть размеры и форма чеков;

б) Какова должна быть поливная струя p , чтобы на полив затратить минимум рабочего времени (t), при условии, что уклон поверхности поля близок к $i=0,0004$.

Для решения задачи из точки оси ординат (m), соответствующей значению $m=1.000$ мет.³/гект., проведем горизонтальную прямую, пересекающую все 3 верхние кривые. Из точек пересечения (A_1 , A_2 и A_3) опускаем перпендикуляры к оси абсцисс (ω) и продолжаем их до пересечения с нижними кривыми в точках C_1 , C_2 и C_3 .

Сравнивая между собою отрезки вертикалей B_1C_1 , B_2C_2 и B_3C_3 , видим, что первый из них меньше остальных, следовательно, в данном случае будет иметь место искомый минимум рабочего времени, затраченного на полив гектара площади.

Кроме того, так как точка C_3 лежит на 1-й из нижних кривых, выражающей зависимость между ω и t для прямоугольных чеков, поливаемых током $p=10$ литр./сек., получаем, что наиболее экономными в данном случае будут

1. Прямоугольные чеки заданной при опыте длины;
2. Поливаемая струя должна равняться $p=10$ литр./сек.

Пример 2. Квадратные чеки, площадью $\omega=400$ кв. мт. каждый, требуется оросить с расчетом увлажнить лишь поверхность почвы.

Определить минимальную поливную норму, если вода на чеки будет подаваться током $p=10$ литр./сек. и поверхность орошаемого поля будет иметь уклон, близкий к 0,0004.

Для решения задачи на оси (ω) отыскиваем точку, соответствующую $\omega=400$ кв. мт.

В этой точке восстанавливаем перпендикуляр к оси ω до пересечения с самой верхней кривой в точке A_1 .

Проводя горизонтальную из этой точки до пересечения с вертикальной осью (m), получаем точку K , соответствующую искомой поливной норме: $m=1.440$ мет.³/гект.

Нужно заметить, что все полученные зависимости имеют смысл лишь при том непеременимом условии, что поливы производятся поливными нормами, способными лишь смочить поверхность чеков.

В данном случае остается совершенно невыясненным вопрос о распределении оросительной воды по генетическим горизонтам в почве после полива.

Так как верхняя, лежащая у водовыпуска, часть поверхности чека увлажняется при поливе в течение большего промежутка времени, чем противоположная ей нижняя часть, создаются условия неравномерного увлажнения почвы, что на практике совершенно недопустимо.

Поэтому необходимо проверить полученные зависимости в условиях более равномерного увлажнения почвы, каковое, видимо, может быть получено путем подачи большим током больших поливных норм, при которых на поверхности чеков можно было бы создать некоторый, равномерно распределенный по поверхности слой воды, под влиянием которого и происходило бы увлажнение активного слоя почвы.

Для получения данных, практически применимых при расчете оросительной сети, необходимо провести описанный выше опыт в тех конкретных условиях почв и рельефа, в которых требуется устраивать сеть.

Данные же, приведенные выше, могут рассматриваться как ориентировочные, применимые лишь в условиях Тингутинской станции.

Разрушение динамитом остатков плотины С. Фрэнсис (St. Francis).

В № 6 журнала «Вестник Иригации» за 1928 год была помещена наша статья под заглавием «Катастрофа на плотине St. Francis Dam в Калифорнии», повествующая о полном разрушении вышеупомянутой водоудержательной плотины при доведении горизонта воды в водохранилище до проектного. Ниже приводится краткая характеристика плотины. Тип плотины гравитационный. Максимальная высота 205 фут. (62 мт.) Длина плотины по гребню 650 фут. (195 мт.). Плотина возводилась из бетонной кладки. Катастрофа произошла в полночь 12 марта 1928 года. Комиссией экспертов установлено, что причиной гибели плотины послужило слабое основание. Уцелевшая после катастрофы средняя часть плотины, высотой 180 фут. (54 мт.), шириной 90 фут. (27 мт.) и толщиной по низу около 108 фут. (32 мт.), была взорвана динамитом 10 мая 1929 года.¹

Подрывные работы проектировались таким образом, чтобы взорванная масса уцелевшей после катастрофы плотины целиком поместилась в специально сделанной выемке в дне каньона выше плотины. Для этой цели в теле вышеупомянутой секции плотины, со стороны верхнего бьефа на высоте 12 фут. (3,6 мт.) от дна каньона, было сделано два туннеля сечением 12×10 фут. (3,6×3,0 мт.) и длиной 45 фут. (13,5 мт.). Туннели были продолжены на 12 фут. (3,6 мт.) за вертикальную проекцию центра тяжести плотины, так что весь массив держался на трех бычках: крайних толщиной по 19 фут. (5,7 мт.) и среднем между двумя туннелями толщиной 28 фут. (8,4 мт.). Такое расположение туннелей давало возможность заряды динамита разместить таким образом, чтобы взорвавшаяся масса плотины свалилась в верхнем бьефе, после того как предварительно будут взорваны вышеупомянутые бычки. Серия зарядов динамита была размещена в шпурах, просверленных в один ряд в конце каждого туннеля и направленных вверх под углом в 40° к вертикали, и дополнительная серия встречных зарядов была заложена с низовой стороны плотины в той же плоскости. Шпуры имели в диаметре 1½ дм. (38 мм.) и расположены были в расстоянии 3 фут. (0,90 мт.) центр от центра.

В бычках с обеих сторон было просверлено по четыре ряда шпуров глубиной до 12 фут. (3,6 мт.) при горизонтальном расстоянии шпур от шпура в 5 фут. (1,5 мт.). С верховой стороны в каждом бычке было сделано по два ряда шпуров, при чем верхний ряд имел направление под углом 45° вниз, а нижний был направлен под тем же углом вверх. Такое расположение шпуров гарантировало при первом же взрыве V-образную выемку по всему фронту работ с верховой стороны плотины.

¹См. Eng. News Rec. от 11 июля 1929 г.

Шпуры заряжались сорокапроцентным желатиновым динамитом. Израсходовано было для зарядки шпуров с верховой стороны, примерно, 1,5 тонны динамита. Шпуры низовой стороны заряжались стопроцентным динамитом. Динамита для всех низовых шпур в потребовалось 2,25 тонны. Первыми взрывались заряды с верховой стороны. Выемка, предназначенная для погребения взорванных остатков плотины, была сделана глубиной от 15 до 20 фут. (4,5—6,0 мт.).

Однако, только половина этой выемки была заполнена обломками плотины после взрыва. Другая часть обломков осталась на месте взрыва.



Памяти М. Ф. Перескокова.

10 октября в 17 часов скончался после продолжительной и тяжелой болезни бывш. первый директор и организатор Ак-Кавакской опытно-оросительной станции Мирон Филиппович Перескоков.

Из среды работников в Средней Азии в ответственный период растущего социалистического строительства Союза выбыл один из талантливейших организаторов и ценных научных работников опытно-исследовательского дела.

М. Ф. Перескоков родился в 1888 г. в с. Чеганде, Сарапульского уезда, Вятской губернии в крестьянской семье. Первоначальное образование М. Ф. Перескоков получил в сельской школе, а затем в 1903 году поступил в Казанское Земледельческое училище (среднее), где проучился три года и в 1906 году, в связи с революционным волнением 1905—06 г.г., был исключен без права поступления в земледельческие училища. В 1908 г., выдержав экстерном экзамен при 1-й Саратовской гимназии, он поступил в Ленинградский (тогда Петербургский) университет на естественное отделение физико-математического факультета, который окончил в 1912 г. по группе химии.

В 1913 г. М. Ф. Перескоков поступил в Московскую, ныне Тимирязевскую с.-х. академию и окончил ее в 1916 году.

В 1914 году М. Ф. Перескоков начал свою работу по опытно-оросительным исследованиям в Средней Азии. С тех пор до настоящего времени он непрерывно служил этому делу, отдав ему свою исключительную энергию и все силы.

В течение почти 15 лет М. Ф. Перескоков работал для ирригации Средней Азии, сначала заведывающим Мургабской гидромодульной станцией 1914—17 г.г., затем последовательно агрономом гидромодульной части 1918—20 г.г., заведующим гидромодульным отделом УВХ 1920—23 г.г., директором Ак-Кавакской опытно-оросительной станции 1923—1928 г.г.

Все эти этапы талантливой и упорной работы Мирона Филипповича отмечены большими достижениями в области ирригационных исследований Средней Азии.

Покойным организованы Мургабская гидромодульная станция и Ак-Кавакская опытно-оросительная станция, поставлен и проведен ряд ценнейших опытно-оросительных исследований. Целый ряд законченных работ по вопросам водного и питательного режима им опубликованы (свыше 20 печатных листов). Таковы следующие: «Результаты опытов на Мургабской гидромодульной станции по изучению орошения хлопчатника и озимой пшеницы», «Размеры орошения (гидромодуль) различных сельско-хозяйственных культур в Ферганской области», «Организационный план и программа работ Ак-Кавакской опытно-оросительной станции», «Орошение хлопчатника в Средней Азии», «Режим орошения хлопчатника на джояках», «К вопросу о разложении жмыха в почве», «Результаты опытов с культурой риса при уменьшенном периоде затопления», «Результаты вегетационных опытов АКООС», «Динамика минеральных форм азота и фосфора в почвах АКООС» и др.

Помимо работ, прямым образом связанных с ирригацией, покойным проведен целый ряд и других: организация Рабфака (был его первым деканом), Агрохимической лаборатории САГУ, организация Средне-Азиатского отделения Института Прикладной Ботаники и Новых Культур и другие.

Редакция «Вестника Ирригации» с прискорбием отмечает тяжелую и трудно возместимую утрату в рядах научных работников Средней Азии и присоединяется к пожеланиям, принятым рядом траурных заседаний, посвященных памяти покойного:

1. Издать работы М. Ф. Перескокова отдельным выпуском.
2. Присвоить Ак-Кавакской опытно-оросительной станции имя ее организатора и первого директора.
3. Образовать фонды и стипендии имени покойного.
4. Ходатайствовать перед союзным правительством о назначении семье покойного персональной пенсии.

Редакция.



РЕФЕРАТЫ и БИБЛИОГРАФИЯ.

Инж. И. Шмид. «Движение воды в теле земляных плотин». (Ing. I. Schmied «Die Wasserbewegung im Dammkörper») VII + 200 стр. + 150 чертежей; Вена, 1928 г. Цена 22 марки.

В одном из центральных журналов был дан весьма положительный отзыв о труде инж. Шмида. Считая отзыв этот несколько не соответствующим ценности рассматриваемого труда, с одной стороны, с другой — учитывая, что не все читатели «Вестника Ирригации» знакомы с упомянутым отзывом и, наконец, отмечая необходимость знакомства с гидротехнической литературой, особенно для предстоящего в Средней Азии строительства, считаю необходимым дать оценку труда инж. Шмида несколько подробнее и более соответствующей действительности.

Если прочитать подробное и многообещающее оглавление труда и если, к тому же, бегло перелистать насыщенную хорошо выполненными чертежами и таблицами, внешне прекрасно изданную книгу инж. Шмида, то первое впечатление от труда создается как о действительно капитальной, обстоятельной работе (особенно если сопоставить число произведенных автором опытов), могущей быть широко использованной в практике (гл. VII.).

Но если не ограничиваться знакомством с книгой по ее оглавлению и по беглому перелистыванию ее страниц, а более подробно ознакомиться с ее содержанием, то от первого, восторженного впечатления ничего не остается.

Автор, в результате выполнения 100 опытов с миниатюрными моделями земляных плотин (высотой в 8 см.), устанавливает: 1) зависимость скорости фильтрации от материала плотины и способа его укладки; 2) зависимость между временем прохождения воды через модели плотин разных профилей и материалов; 3) влияние на фильтрацию проницаемого основания плотин.

В основу своих выводов автор кладет форму кривой депрессии, полученную из наблюдений над горизонтами воды в теле плотины по донным пьезометрам а, в, с (см. рис.). Именно автором принимается, что горизонты грунтовых вод в теле плотины (т.-е. кривая депрессии) устанавливаются по кривой ВЕ, начинаясь в точке D и кончаясь в точке E, лежащей на уровне воды верхнего бьефа над концом смоченного откоса, т.-е. над точкой С.

Таким образом, получается, что вода может вступить в тело земляной плотины только на участке ВС смоченного откоса; выше этого участка, т.-е. на длине ВА вода нигде не может проникнуть в грунт.

Такой абсурдный, противоречащий здравому смыслу результат получился оттого, что автор принял уровни воды в нижних пьезометрах тождественными с уровнями свободной поверхности воды (для одних и тех же вертикалей).

Такая тождественность указанных уровней возможна только в единственном случае, именно в случае отсутствия движения грунтовых вод через тело плотины, что будет наблюдаться или тогда, когда ни перед, ни за плотиной не будет воды, или тогда, когда и перед, и за плотиной вода будет стоять на одном уровне.

Естественно ожидать, что ценность выводов автора, полученных на основании неверного исходного положения, будет не выше ценности этого исходного положения за исключением тех из них, получение которых или вообще не требует постановки каких-либо опытов и не выходит из круга общих элементарных технических сведений (примерами таких выводов инж. Шмида могут служить: при увеличении расстояния между точками D и B, что будет для более пологих откосов плотины, — кривая DB делается положе; при уменьшении этого расстояния — кривая DB делается круче; давление в точке C равно H_1 , т. е. глубине воды в верхнем бьефе и т. п.) — или выводы эти общеизвестны (напр., чем плотнее грунт, тем круче кривая депрессии).



Рис. 1.

В математической обработке опытов используется старый прием (Дюпюи), выполнивший в свое время свою службу и теперь имеющий более историческое, чем практическое значение. Современные расчеты движения грунтовых вод автором оставляются без рассмотрения вследствие их сложности. Графическая обработка данных не везде безупречна: часты случаи построения графических зависимостей и заключений по ним по трем точкам, что является совершенно недостаточным (см., напр., рис. 14 и 15 на стр. 60—61 и др.).

Практическое применение результатов опытов автор производит весьма примитивно — он просто переносит в натуру данные опытов, не приводя при этом ни доказательств, ни соображений по вопросу о масштабировании.

На основании сказанного выше, может быть дана следующая краткая оценка по существу труда: вследствие невыясненности для автора картины движения грунтовой воды через тело земляных плотин, им пьезометрические уровни по дну лотка были приняты за уровни кривой депрессии; в результате такого смешения понятий большинство выводов автора имеет весьма небольшое теоретическое значение; кроме того, опыты поэтому приобретают незаконченный характер, что лишает возможности воспользоваться данными по наблюдениям (не выводами) в случае дальнейшей их обработки; миниатюрность масштаба опытов делает сомнительным распространение их результатов на практику. Внешне книга издана хорошо, что, впрочем, и следовало ожидать при ее высокой цене.

Е. Замарин.

Зам. ответствен. редактора

инж. В. М. Аполлосов.

Ко всем участникам гражданской войны на территории Средней Азии.

Исторической комиссией при штабе Средне-Азиатского военного округа готовится к изданию „Сборник по истории борьбы за советскую власть в Средней Азии“. „Сборник“ будет издан в самом ближайшем времени. В „Сборник“ войдут: описание отдельных этапов и фронтов гражданской войны на территории Средней Азии, воспоминания, биографии и автобиографии наиболее активных участников и т. д. К «Сборнику» будет также приложен и список всех участников гражданской войны на территории Средней Азии.

С целью наиболее полного охвата истории гражданской войны в Средней Азии, командование округа обращается ко всем участникам последней с просьбой принять участие в издании этого „Сборника“. Это участие должно выразиться прежде всего в присылке для помещения в „Сборнике“ личных воспоминаний участников фронтов гражданской войны, всех документов, относящихся к периоду гражданской войны, биографий, автобиографий участников гражданской войны и т. д.

Материалы следует направлять по следующему адресу: Ташкент, штаб Средне-Азиатского военного округа. Секретариат РВС округа.

Примечание. При пересылке материалов должен быть указан точный адрес отправителя.

Историческая комиссия при штабе Сред.-Аз. В. О.