МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ «ГИДРОПРОЕКТ» ИМЕНИ С. Я. ЖУКА
КАЗАХСКИЙ ФИЛИАЛ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И КОНТРОЛЮ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОТИВОСЕЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

П-814-84
Гидропроект

МОСКВА — 1985

gost.e-ecolog.ru

Министерство энергетики и электрификации СССР
ГЛАВНИИПРОЕКТ
ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ "ГИДРОПРОЕКТ" ИМЕНИ С.Я.ЖУКА
Казахский филиал
Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды
КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер
Гидропроекта
Т.П.Доценко

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОТИВОСЕЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

П - 814 - 84

Гидропроект

Главный инженер
Казахского филиала
Гидропроекта
Г.Б.Герасимов

Зам.директора КазНИИ
по научной работе
В.В.Голубцов

Начальник отдела ГТС
П.А.Полоцкий

Ответственный исполнитель
В.П.Мочалов

Ответственный исполнитель
А.Э.Земе

СОГЛАСОВАНО

Начальник технического
отдела Гидропроекта
В.Д.Новоженин

Москва, 1985

"Рекомендации по проектированию противоселевых защитных сооружений" разработаны Казахским филиалом Гидропроекта и КазНИИ Госкомгидромета при участии ГрузНИГиМа Минводхоза СССР, ГТИ Госкомгидромета, МГУ Минвуза СССР, АрмНИИВПиГа Минводхоза Армянской ССР.

Рекомендации содержат разъяснения и развивают требования "Инструкции по проектированию и строительству противоселевых защитных сооружений" СН 518-79; приводятся рекомендации и примеры расчета характеристик селевых потоков и противоселевых сооружений.

Рекомендации предназначаются для инженерно-технических работников проектных и изыскательских организаций, занимающихся проектированием противоселевых сооружений и инженерными изысканиями в селевых бассейнах.

П Р Е Д И С Л О В И Е

Рекомендации разработаны в развитие "Инструкции по проектированию и строительству противоселевых защитных сооружений" СН 518-79. Структура его, в основном, аналогична СН 518-79 (отсутствует лишь 4-й раздел СН 518-79 - "Организация, производство и приемка работ" -, касающийся вопросов строительства). В приложении даны рекомендации по определению расчетных характеристик селевых потоков, примеры расчета противоселевых сооружений и терминология.

В основу Рекомендаций положены:

Научно-технический отчет по заданию программы ГКНТ 08.02 "Разработать новые методы расчета, прогноза и моделирования селей" (КазНИИ Госкомгидромета, 1980);

"Методические рекомендации по гидравлическому расчету селезадерживающих и селепропускных сооружений" (ГрузНИИГиМ, 1977);

"Методические рекомендации по гидравлическому расчету селетранспортирующих сооружений" (АрмНИИВПиГ, 1981).

"Методические указания по компоновке и гидравлическому расчету противоселевых гидротехнических сооружений" (ВНПО "Союзводавтоматика", Фрунзе, 1977).

При составлении Рекомендаций использованы результаты научно-исследовательских работ ЗакНИИ и УкрНИИ Госкомгидромета, САНИИРИ, Узгипроводхоза, АзНИИГиМ Минводхоза СССР, НИС"а Гидропроекта и КазНИИЭнергетики Минэнерго СССР, а также ряд проектов противоселевых сооружений, выполненных институтами Минэнерго СССР и Минводхоза СССР.

Рекомендации составлены инж.А.Э.Земс, М.С.Колядой, Н.А.Осиповой, С.М.Казанниковым, В.А.Яковлевым, Ю.Н.Зиневичем, (Казахский филиал Гидропроекта им.С.Я.Жука), канд.геогр.наук В.П.Мочаловым, канд.техн.наук Б.С.Степановым, инж.В.И.Лаптевым, Л.Н.Гавришиной

и Т.С.Степановой (КазНИИ Госкомгидромета) при участии доктора техн.наук Ю.Б.Виноградова (ГТИ Госкомгидромета), доктора техн. наук, проф.С.М.Флейшмана (МГУ), канд.техн.наук В.И.Тевзадзе (ГрузНИИГиМ), канд.техн.наук В.Г.Санояна (АрмНИИВПиГ).

Текст Инструкции СН 518-79, приводимый в Рекомендациях, отмечен на полях вертикальной чертой. Формулы, таблицы, рисунки и пункты Рекомендаций имеют двойную нумерацию: вначале по Рекомендациям и затем в скобках - по СН 518-79.

Размерности величин приведены согласно ГОСТ 9867-61 в Международной системе единиц (СИ).

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации, разработанные в соответствии с требованиями Инструкции СН 518-79, являются пособием для проектирования противоселевых защитных сооружений (селезадерживающих, селепропускных, селенаправляющих и стабилизирующих) и проведения инженерных изысканий при разработке схем, обосновывающих материалов, проектов и рабочей документации.

I.2.(I.2). Границы селеопасных территорий, в пределах которых требуется строительство противоселевых защитных сооружений и осуществление мероприятий, должны назначаться по материалам ранее выполненных рекогносцировочных обследований и уточняться по результатам последующих инженерных изысканий.

I.3. Район противоселевого комплекса включает водосбор селевого русла выше проектируемых противоселевых сооружений, селеопасную территорию ниже этих сооружений и территории, постоянно (на период эксплуатации) и временно (на период строительства) занимаемые противоселевыми сооружениями, селехранилищами и другими объектами комплекса. Включение этих территорий в состав единого комплекса обусловлено необходимостью учета взаимовлияния противоселевых сооружений и окружающей природно-хозяйственной среды.

I.4. (I.3). Противоселевые защитные сооружения подразделяются на основные виды, приведенные в табл. 1 (1).

I.5. Класс противоселевых защитных сооружений назначается согласно требованиям главы СНиП П-50-74 "Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования" с учетом значимости защищаемых объектов и возможных последствий от нарушения их нормальной работы:

Таблица I(1)

Отличительные признаки сооружений		Основные виды противоселевых защитных сооружений
по назначению	по местоположению	
А. Селезадерживающие		Плотины бетонные, железобетонные и каменные: водосбросные; сквозные. Плотины из грунтовых материалов (глухие)
Б. Селепропускные	Русловые	Каналы Селеспуски Мосты
В. Селенаправляющие		Направляющие и ограждающие дамбы Шпоры
Г. Стабилизирующие		Запруды Террасы
	Склоновые	Террасы-каналы Нагорные и водосбросные канавы Подпорные стены Дренажные устройства

-селезадерживающих по разделу I (табл.2 Рекомендаций);

- селепропускных и селенаправляющих - в соответствии с разделом 5 (территории без населенных пунктов - IУ класс; при наличии населенных пунктов - Ш класс);

Стабилизирующие защитные сооружения рекомендуется относить к IУ классу.

I.6.(I.5). При проектировании противоселевых защитных сооружений необходимо рассматривать возможность снижения вероятности возникновения селевых потоков и их объектов путем выполнения в селевом бассейне комплекса противоселевых мероприятий:

лесомелиоративных;

профилактических;

организационно-хозяйственных.

Состав комплекса противоселевых защитных мероприятий должен определяться на основании сравнения технико-экономических показателей разработанных вариантов с учетом механизма образования селей в данном бассейне.

I.7. Лесомелиоративные противоселевые мероприятия применяются для борьбы с селями ливневого происхождения путем укрепления эродированных участков склонов и уменьшения поверхностного стока воды. Техническая целесообразность проведения их в условиях конкретного бассейна устанавливается на основе материалов инженерных изысканий. Разработка проектов лесомелиоративных мероприятий производится специализированными организациями.

I.8. Профилактические противоселевые мероприятия применяются с целью устранения или ослабления отдельных естественных факторов селеобразования:

а) предотвращение прорыва ледниковых или завальных озер путем устройства траншейных, сифонных, туннельных и других водосбросов;

Таблица 2

Наименование селезадерживающих плотин	Виды грунтов основания	Классы сооружений			
		I	II	III	IУ
		Высота сооружения, м			
Плотины из грунтовых материалов	Скальные	более I00	от 70 до I00	от 25 до 70	менее 25
	Песчаные, крупнообломочные, глинистые в твердом и полутвердом состоянии	более 75	от 35 до 75	от I5 до 35	менее I5
	Глинистые, водонасыщенные в пластическом состоянии	более 50	от 25 до 50	от I5 до 25	менее I5
Плотины бетонные и железобетонные	Скальные	более I00	от 60 до I00	от 25 до 60	менее 25
	Песчаные, крупнообломочные, глинистые в твердом и полутвердом состоянии	более 50	от 25 до 50	от I0 до 25	менее I0
	Глинистые, водонасыщенные в пластическом состоянии	более 25	от 20 до 25	от I0 до 20	менее I0

ПРИМЕЧАНИЕ: если авария селезадерживающей плотины может вызвать последствия катастрофического характера для расположенных ниже городов, крупных промышленных предприятий, транспортных магистралей, то класс сооружения, определенный по табл. 2, допускается повышать в соответствии с масштабом последствий при надлежащем обосновании.

б) регулирование селеобразующих паводков с помощью специальных емкостей, устраиваемых выше селевых очагов;

в) строительство противооползневых сооружений (подпорных стен, дренажных устройств и др.) на участках возможного развития селевых процессов;

г) устройство террас, террас-каналов, нагорных и водосбросных канав с целью уменьшения расходов ливневых селеобразующих паводков.

Техническая целесообразность проведения профилактических противоселевых мероприятий устанавливается на основе материалов инженерных изысканий в селевом бассейне. Проектирование мероприятий, указанных в подпунктах "а","б" и "в" проводится в соответствии с п.п.3.3(3.2) и 3.45(3.21) настоящих Рекомендаций, а в подпункте "г" - с учетом "Рекомендаций по компоновке противоселевых сооружений и проектированию селехранилищ и нагорных каналов" САНИИРИ Минводхоза СССР (Ташкент, 1979).

I.9. Организационно-хозяйственные противоселевые мероприятия в селевых бассейнах проводятся с целью устранения или ослабления антропогенных факторов селеобразования: ограничение или запрет вырубки лесов, нерегулируемой пастьбы скота, неупорядоченного отвала породы при горных работах, недопущение эрозии склонов при дорожном и других видах строительства, соблюдение требований противоэрозионной агротехники и др. Организационно-хозяйственные противоселевые мероприятия разрабатываются в разделе "Охрана природы" по п.I.II в соответствии с законодательными, нормативными документами и постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР и союзных республик (см.прил.3, обязательное).

I.IO.(I.6). Выбор вида и конструкции противоселевых защитных сооружений и мероприятий следует производить на основе сравне-

ния технико-экономических показателей разработанных вариантов в зависимости от:

топографических, геолого-геоморфологических и гидрометеорологических условий района строительства, наличия местных строительных материалов; способов производства работ; сроков строительства; условий эксплуатации сооружений и возможности восстановления защитной функции сооружения после прохождения селевого потока. При этом должны быть увязаны основные положения проекта со схемами развития ирригации, гидроэнергетики, водоснабжения, водного транспорта, рыбного хозяйства, охраны водных ресурсов бассейна рассматриваемого водотока.

I.II. Увязка проектных решений со схемами использования водных ресурсов, ирригацией, рыбным хозяйством и другими отраслями с учетом экономических, социальных и экологических условий развития района производится в специальном томе (разделе) проекта - "Охрана природы".

Целью тома (раздела) является разработка мероприятий, обеспечивающих защиту природно-хозяйственной среды района противоселевого комплекса и установление режима природопользования в районе, гарантирующего работу противоселевых сооружений и селехранилища в проектных параметрах в течение всего срока их службы.

Том (раздел) состоит из четырех основных глав: современное состояние природно-хозяйственной среды; характеристика проектируемых сооружений и селехранилища, основные показатели по организации и производству работ в строительный и эксплуатационный периоды, прогноз взаимодействия противоселевого комплекса с природно-хозяйственной средой района селехранилища в строительный и эксплуатационный периоды; мероприятия по рациональному природопользованию в строительный и эксплуатационный периоды.

Проработками тома (раздела) устанавливаются границы района противоселевого комплекса и в этих границах проводится ландшафтный анализ и характеризуется современное состояние природно-хозяйственной среды района, закономерности его развития, размеры фактических и допустимых хозяйственных нагрузок на природную среду, с учетом планов перспективного развития района устанавливаются основные направления рационального природопользования.

Прогнозирование взаимодействия комплекса с окружающей природно-хозяйственной средой выполняется раздельно для строительного и эксплуатационного периода.

Воздействия на среду в строительный период связаны с выполнением работ по освоению строительной площадки, устройству дорог, карьеров, строительству поселков, предприятий по производству строительных материалов, организации водоснабжения и канализации, возведению основных и других сооружений, а также - работ по ликвидации временных и вспомогательных сооружений и подготовке комплекса к сдаче в эксплуатацию. Влияние сооружений и работ этого периода рассматривается, в основном, в плане выявления: загрязнения компонентов ландшафта, нарушения защитных свойств почвенно-растительного покрова, обеднения флоры и фауны, распространения природно-очаговых болезней среди строителей, и других отрицательных последствий.

Для эксплуатационного периода прогнозируются, в основном, воздействия факторов окружающей среды, ведущие к нарушению рабочих параметров противоселевого комплекса до истечения расчетного срока его существования.

Проектные предложения по природоохранным мероприятиям в строительный период должны обеспечить наименьший ущерб природной среде, природопользователям и строителям, компенсацию наносимого им ущерба и улучшение состояния природно-хозяйственной

среды района, необходимое для нормальной эксплуатации противоселевого комплекса.

Природоохранные мероприятия эксплуатационного периода должны включать работы и затраты на содержание объектов противоселевого комплекса в рабочих параметрах с учетом защиты их от факторов внешней среды, имеющихся в ландшафтах прилегающих территорий.

Стоимость работ по подготовке селехранилищ и по природоохранным мероприятиям должна включаться в главу I3 сводного сметного расчета "Работы и затраты по созданию селехранилища".

I.I2.(I.7). Строительные материалы для противоселевых и защитных сооружений и их элементов должны удовлетворять требованиям государственных стандартов и технических условий на эти материалы, а выбор их необходимо производить согласно требованиям глав СНиП по проектированию: бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических сооружений; плотин из грунтовых материалов; плотин бетонных и железобетонных; каменных и армокаменных конструкций, а также требований п.I.4 Инструкции.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ

2.I. (2.I). Инженерные изыскания для проектирования и строительства противоселевых защитных сооружений должны производиться в соответствии с требованиями главы СНиП по инженерным изысканиям для строительства.

В Инструкции приведены дополнительные требования, регламентирующие инженерные изыскания на территории селевых бассейнов.

2.2. При производстве инженерно-геологических и инженерно-геодезических изысканий на участках строительства противоселевых защитных сооружений используются материалы, приведенные в прил.4. (рекомендуемом).

2.3.(2.2). Инженерные изыскания должны обеспечивать комплексное изучение природных условий селевых бассейнов для получения необходимых материалов, характеризующих механизм селеобразования, определение расчетных параметров селевых потоков и разработки экономически целесообразных и технически обоснованных решений при проектировании и строительстве противоселевых защитных сооружений и мероприятий.

2.4.(2.3). Материалы инженерных изысканий на территории селевых бассейнов должны содержать:

описание условий формирования селей;

сведения о ранее прошедших селевых потоках;

аэрофотоснимки, характеризующие состояние селевых бассейнов в настоящее время и в предшествующий период;

комплексную стематическую карту селевых бассейнов масштаба I:25000 или I:50000;

физико-механические характеристики грунтов в селевых очагах, русловых и селевых отложений;

морфометрические характеристики селевых русел на участках расчетных створов.

2.5.(2.4). Описание условий формирования селей в селевом бассейне должно содержать:

характеристику литолого-генетических комплексов пород, определяющих развитие селевых очагов различного генезиса;

характеристику морфогенетических и гидрометеорологических условий бассейна, определяющих возможность и масштабы селепроявлений;

заключение о возможных типах селевых процессов и селевых потоков, их масштабности [см.табл. 3(2)] и повторяемости;

рекомендации о направленности и характере противоселевых мероприятий.

Таблица 3(2)

Масштабность селевых потоков	Объем селевых потоков, м3
Небольшой	сотни
Довольно большой	тысячи
Большой	десятки тысяч
Очень большой	сотни тысяч
Огромный	миллионы
Грандиозный	десятки и сотни миллионов

2.6.(2.5). Сведения о ранее прошедших селевых потоках должны содержать данные, полученные из литературных и фондовых источников, от местных жителей, а также методом геоботанической хронологии селей, оценку характеристик селевых потоков по оставленным ими следам, и фототеодолитные и аэрофотосъемочные материалы.

2.7.(2.6). Аэрофотоснимки должны использоваться для составления комплексной схематической карты селевого бассейна и для оценки динамики развития селевых очагов, моренных озер, почвенно-растительного покрова, результатов хозяйственной деятельности человека и других изменений природной обстановки.

2.8.(2.7). На комплексной схематической карте селевого бассейна должны быть обозначены:

гидрографическая сеть с характеристикой уклонов русел;

места возможных заторов, литолого-генетических комплексов коренных и четвертичных пород;

селевые очаги, запасы рыхлообломочного материала в них;

конусы выносов;

ледники, древние и современные морены, озера и водохранилища;

границы селеопасных бассейнов, существующие противоселевые сооружения;

важнейшие народнохозяйственные объекты, находящиеся в зоне действия селевых потоков. Кроме того на схематической карте должны быть выделены области формирования, транзита селевых потоков и аккумуляции селевых отложений.

Карта должна также содержать сведения:

о распространении экзогенных геологических процессов;

о почвенно-растительном покрове и эродированности водосбора;

о существующих противоселевых мероприятиях;

о возможных типах селевых потоков и процессов на различных участках бассейна.

2.9.(2.8). К физико-механическим характеристикам грунтов в селевых очагах и селевых отложений относятся:

гранулометрический (зерновой) состав;

угол внутреннего трения (статический и динамический) в водонасыщенном состоянии;

плотность твердой составляющей;

пористость;

объемная влажность и другие характеристики, необходимые для проектирования и расчета противоселевых защитных сооружений.

2.I0. Оценку характеристик селевых потоков по оставленным ими следам, картирование селевых бассейнов и определение физико-механических характеристик грунтов (в количестве, не менее указанного в таблице 4) рекомендуется определять в соответствии с "Руководством по изучению селевых потоков" (Гидрометеоиздат, Ленинград, I976).

Таблица 4

Площадь селевого бассейна, км2	Количество определений физико-механических свойств	
	селеформирующих грунтов	русловых отложений
менее I0	3	I
от I0 до I00	5	3
более I00	I0	5

2.II.(2.9). Морфометрические характеристики селевого русла на участках расчетных створов должны быть представлены в виде продольных и поперечных профилей.

2.I2. Поперечные профили составляются до высоты I0 м по каждому расчетному участку основного селевого русла, определяемого в соответствии с п.I6 прил.I.

2.I3. При проектировании противоселевых сооружений III и IУ классов, а также при разработке бассейновых схем (обосновывающих материалов) селезащиты требуемые согласно п.2.4(2.3) настоящих Рекомендаций материалы инженерных изысканий получают на основе материалов имеющейся изученности района, глазным образом, путем дешифрирования аэрофотоснимков. Полевые работы при этом сводятся к комплексному обследованию селевых бассейнов, инструментальной оценке характеристик селей по оставленным ими следам (выполняемой при отсутствии таких оценок в материалах имеющейся изученности) и составлению поперечных профилей на участках расчетных створов.

3.(3). ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОТИВОСЕЛЕВЫХ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.I(3.I). При проектировании противоселевых защитных сооружений определение расчетных характеристик селевых потоков, образующихся при выпадении дождей, таянии снега и при прорыве ледниковых и других горных водоемов, следует производить на основе результатов комплексных топографических, геолого-геоморфологических и гидрометеорологических изысканий, а также региональных методик расчетов, согласованных с Госстроем СССР.

3.2. Рекомендуемая методика определения расчетных характеристик селей ливневого и гляциального происхождения изложена в приложении I. Расчетная ежегодная вероятность превышения максимальных расходов паводков, вызывающих селевые потоки, принимается:

для селезадерживающих сооружений - согласно п.п.3.I0(3.5) и 3.I5(3.7),

для стабилизирующих сооружений - согласно п.3.52(3.25).

для селепропускных и селенаправляющих сооружений, согласно табл.5.

Таблица 5

Расчетная ежегодная вероятность превышения P% при классе сооружения:			
I	II	III	IУ
0,0I	0,I	0,5	I

3.3.(3.2). При проектировании противоселевых защитных сооружений, кроме требований Инструкции, следует выполнять требования главы СНиП по основным положениям проектирования речных гидротехнических сооружений и глав СНиП по проектированию бетонных и железобетонных конструкций гидротехнических

сооружений; плотин бетонных и железобетонных; плотин из грунтовых материалов; каменных и армокаменных конструкций; оснований гидротехнических сооружений; подпорных стен, судоходных шлюзов, рыбопропускных и рыбозащитных сооружений; сооружений мелиоративных систем, а также требований, изложенных в п.I.5 (I.4).

3.4. При проектировании противоселевых сооружений на основное сочетание нагрузок и воздействий учитываются:

а) собственный вес сооружения;

б) вес грунта, сдвигающегося вместе с сооружением, и боковое давление грунта со стороны верхнего и нижнего бьефов;

в) давление наносов, отложившихся перед сооружением;

г) гидростатическое и фильтрационное давление подземных вод;

д) статическое давление отложившейся массы расчетного селевого потока, статическое и динамическое давление движущегося селевого вала этого же потока (только для селезадерживающих, селепропускных и селенаправляющих сооружений).

При проектировании противоселевых сооружений на особое сочетание нагрузок и воздействий учитываются нагрузки основного сочетания и одна из следующих нагрузок;

е) сейсмические воздействия (взамен подпункта "д");

ж) воздействие селевого потока, вызванного паводком с вероятностью превышения 0,0I % - только для селезадерживающих плотин, указанных в п.3.I5 (3.7) настоящих Рекомендаций (взамен подпункта "д").

Нагрузки и воздействия для строительного и эксплуатационно-ремонтного периодов принимаются по особому и основному сочетаниям в наиболее неблагоприятных случаях.

3.5. В соответствии с разделом 3 главы СНиП II-50-74 "Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования" оценка наступления предельных состояний первой группы (устойчивости и прочности) противоселевых сооружений, их конструкций и оснований производится, исходя из условия:

$$n_c N_p \leq R \frac{m}{K_н} \qquad I$$

где n_c - коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый для основного сочетания нагрузок I; для особого сочетания нагрузок 0,9; для сочетания нагрузок в период строительства 0,95;

N_p - расчетное значение обобщенного силового воздействия, определяемое с учетом коэффициентов перегрузки n, принимаемых по табл. 6.

R - расчетное значение обобщенной несущей способности сооружений или его конструкций и оснований;

m - коэффициент условий работы, учитывающий вид предельного состояния, приближенность расчетных схем, тип сооружения, конструкции или основания, вид материала или другие факторы. Согласно главам СНиП II-16-76 ("Основания гидротехнических сооружений"), СНиП II-54-77 ("Плотины бетонные и железобетонные"), СНиП II-56-77 ("Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений") величина коэффициента m принимается по таблице 7.

$K_н$ - коэффициент надежности, учитывающий степень ответственности, капитальность и значимость последствий при наступлении тех или иных предельных состояний, принимаемый для сооружений:

I класса - I,25

II класса - I,2

III класса - I,I5

IУ класса - I,I

Таблица 6

Наименование нагрузок	Коэффициент перегрузки n
Собственный вес сооружения	I,05 (0,95)
Вертикальное давление от веса грунта	I,I (0,9)
Боковое давление грунта	I,2 (0,8)
Давление наносов, селевых отложений и селевого потока	I,2
Гидростатическое давление	I,0
Сейсмические воздействия	I,0

Примечание: Значения "n" в скобках принимаются в невыгодных случаях загружения.

Таблица 7

Виды расчетов противоселевых сооружений и факторы, обуславливающие введение коэффициента условий работы	Коэффициент условий работы m
I. Расчеты устойчивости бетонных и железобетонных противоселевых сооружений на полускальных и нескальных основаниях	I
2. То же, на скальных основаниях:	
а) для поверхностей сдвига, проходящих по трещинам в массиве основания	I
б) для поверхностей сдвига, проходящих по контакту бетон-скала и в массиве основания частично по трещинам, частично по монолиту	0,95

I	2
3. Расчеты общей и местной прочности бетонных и железобетонных противоселевых сооружений для случаев, когда определяющей является прочность бетона в конструкциях:	
а) бетонных:	
для основного сочетания нагрузок и воздействий	0,9
для особых сочетаний нагрузок и воздействий без учета сейсмических	I
То же, с учетом сейсмических	I.I
б) железобетонных - плитных и ребристых при толщине плиты (ребра) 60 см и более	I,I5
в) железобетонных - плитных и ребристых - при толщине плиты (ребра) менее 60 см	I
4. То же, для случаев, когда определяющей является прочность ненапрягаемой арматуры:	
а) железобетонных элементов	I,I
б) стержелезобетонных конструкций	0,8

3.6. (3.3). Нагрузки и воздействия на противоселевые защитные сооружения от седевых потоков (рис. I).
следует принимать:

а) статическое давление отложившейся массы селевого потока $P_{ст}$, Па, в точке, находящейся на глубине Н м, в течение времени аккумуляции селевого потока следует определять по формуле:

$$P_{ст} = g \rho_c H \qquad 2(1)$$

где g - ускорение силы тяжести, 9,8I м/с2;
ρ_c - плотность селевого потока, кг/м3

б) суммарное значение статического и динамического давлений селевого потока P_g, Па, на плоскость, перпендикулярную направлению его движения, необходимо определять по формуле:

$$P_д = 4{,}5 \rho_c v_{ср}^2 \qquad 3\ (2)$$

где $v_{ср}$ - средняя скорость селевого потока при подходе к сооружению, м/с

3.7. Статическое давление отложившейся массы наносоводного селевого потока определяется по обычной схеме расчета гидротехнических сооружений - с раздельным учетом гидростатического давления воды и давления отложенных наносов $P_н$, Па, определяемого по формуле:

$$P_н = g(\rho_{нв} - \rho_в) H_н \cdot tg^2 (45^\circ - \varphi_н/2) \qquad 4$$

где g - ускорение силы тяжести, равное 9,8I м/с2
$\rho_{нв}$ - плотность водонасыщенного грунта наносов, кг/м3;
$\rho_в$ - плотность воды, кг/м3;
$H_н$ - высота наносов перед плотиной;
$\varphi_н$ - угол внутреннего трения грунта наносов.

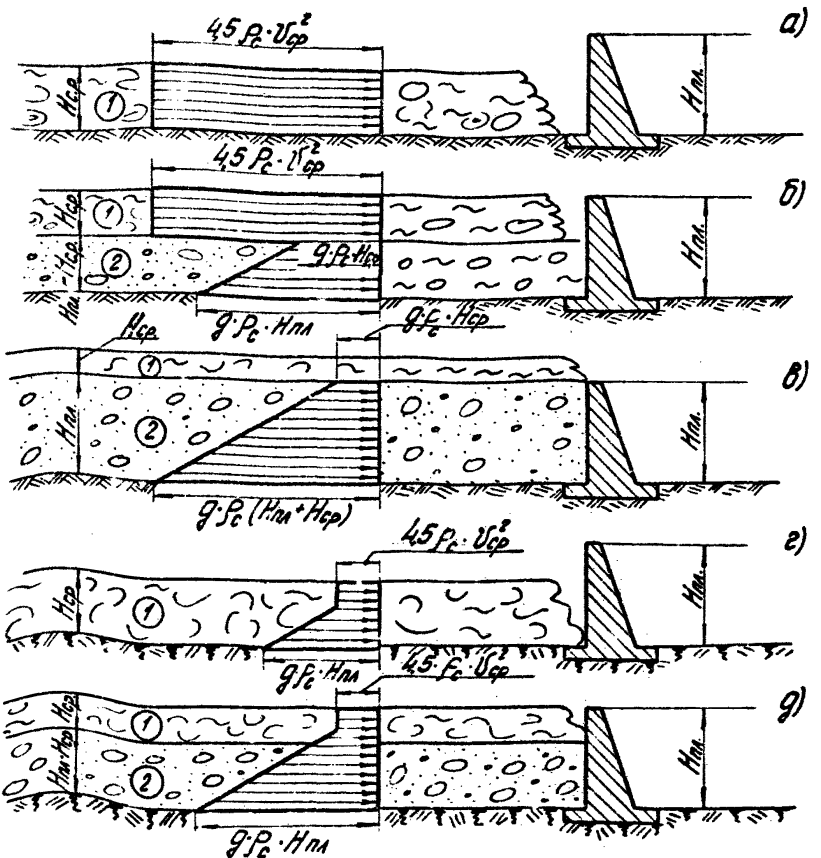


Рис. I . Схемы к определению нагрузок на сооружения от селевого потока:
а, б, в – при $4{,}5\rho_c v_{ср}^2 > g\rho_c H_{ср}$; г, д – при $4{,}5\rho_c v_{ср}^2 < g\rho_c H_{ср}$
а), г) – эпюра давления от первого вала селевого потока глубиной $H_{ср}$;
б), д) – эпюра давления на плотину высотой $H_{пл}$ при воздействии на нее очередного вала селевого потока глубиной $H_{ср}$ и ранее отложившейся массы этого же потока глубиной $H_{пл} - H_{ср}$;
в) – эпюра давления на плотину при подходе к ней очередного селевого вала, движущегося по заполненному этим же селевым потоком селехранилищу;
(1) – движущийся вал селевого потока;
(2) – ранее отложившаяся масса этого же селевого потока.

Селезадерживающие сооружения

3.8 (3.4). Селезадерживающие сооружения, образующие селехранилище, следует предусматривать для защиты ответственных народнохозяйственных объектов с целью задержания селевого потока в верхнем бьефе.

3.9. Задержание селевых потоков рекомендуется одним сооружением - как по соображениям экономичности, так и надежности (трудность обеспечения безопасного сброса селя через гребень вышележащей плотины).

3.10 (3.5). Расчетный объем селехранилища V, м3, должен определяться по формуле:

$$V = W_c - W_{c\delta p} + T \cdot W_{cp} \qquad 5(3)$$

где W_c - максимальный объем селевого потока в створе плотины, м3;

$W_{c\delta p}$ - объем селевого потока, м3, сбрасываемый в нижний бьеф в процессе аккумуляции;

T - время заиления селехранилища, принимаемое не менее 25 лет;

W_{cp} - среднегодовой объем аккумулируемых в селехранилище наносов, м3.

Максимальный объем селевого потока W_c принимается равным:

для селевых потоков, вызываемых дождевыми паводками, - объему селевого потока, вызванного прохождением дождевого паводка, с вероятностью превышения I %;

для селевых потоков, вызываемых прорывом ледниковых и других горных водоемов, - на основании результатов изысканий и требований региональных методик расчетов, согласованных Госстроем СССР.

3.II. Максимальный объем селевого потока определяется согласно приложению I.

3.I2. Объем потока, сбрасываемый в нижний бьеф ($W_{сбр}$), определяется только для наносоводных селевых потоков (с учетом требований п. 3.I6 (3.8).

Для грязекаменных селевых потоков объем сброса не учитывается ($W_{сбр} = 0$).

3.I3. Среднегодовой объем аккумулируемых в селехранилище наносов определяется как разность между среднемноголетним объемом твердого стока (с учетом селевых потоков повторяемостью более I раза в 25 лет) и объемом наносов, пропускаемых в нижний бьеф (определяемым конструкцией водопропускных сооружений). При повторяемости селей менее I раза в 25 лет и обеспечении транзита бытового твердого стока - емкость селехранилища назначается без запаса на заиление ($T\ W_{ср} = 0$).

3.I4. При определении высоты плотины, соответствующей расчетному объему селехранилища, необходимо учитывать уравнительный уклон селевых отложений $tg\alpha_y$, принимая его для селевых потоков равным $tg\alpha_y = 0{,}5\ tg\alpha$, где $tg\alpha$ - уклон естественного русла. При определении высоты глухих селезадерживающих плотин из грунтовых материалов уравнительный уклон отложений принимается равным $tg\alpha = 0$.

3.15(3.7). Селезадерживающие плотины, разрушение которых угрожает катастрофическими последствиями, необходимо проверять на воздействие селевого потока, вызванного паводком с вероятностью превышения 0,0I%. При этом проектом следует предусматривать устройство поверхностных селесбросных сооружений, обеспечивающих сброс избыточного (по сравнению с расчетным) объема селевого потока, или повышение отметки гребня плотины, обеспечивающее аккумуляцию всего объема селевого потока,

3.16(3.8). При проектировании селезадерживающих плотин следует предусматривать водопропускные сооружения для пропуска в нижний бьеф бытового стока реки, а также сброса водной составляющей селевых потоков. При этом величина соросного расхода не должна превышать величины критического селеобразующего расхода, определяемого для участка ниже створа плотины.

Конструкции водопропускных сооружений (открытых, башенных, решетчатых и др.) должны назначаться из условия обеспечения сброса воды при всех возможных уровнях заполнения верхнего бьефа наносами.

3.17. При проектировании водопропускных сооружений используются "Рекомендации по компоновке противоселевых сооружений и проектированию селехранилищ и веторных каналов" САНИИРИ Минводхоза СССР (Ташкент, 1979).

3.18(3.9). Селезадерживающие плотины следует проектировать, как правило, без противофильтрационных устройств и без затворов на водопропускных сооружениях.

Для аккумуляции селевых потоков допускается предусматривать плотины сквозной конструкции, выполняемые из скрепленных между собой бетонных, железобетонных или каменных элементов (балок, массивов и др.), а также в виде обычных плотин с отверстиями по высоте. Нагрузки на сквозные плотины следует принимать, как и на плотины без отверстий.

3.19. При расчете сквозных плотин, выполненных в виде пространственных каркасов, возможность заполнения тела плотины селевым потоком не учитывается. При недостаточном (для сопротивления сдвигу) весе сооружения рекомендуется засыпка отдельных ячеек грунтом или устройство анкерного подбура.

Ввиду возможности закупорки отверстий сквозных плотин, величины статического и динамических давлений селевого потока на такие сооружения определяются без учета сквозности.

3.20(3.10).Возвышение гребня глухих селезадерживающих плотин из грунтовых материалов над уровнем, соответствующем расчетному объему селехранилища, следует принимать не менее высоты последнего селевого вала, определяемой методом последовательного приближения при $Q_c = Q_c^{макс}$ и среднем угле наклона, равном углу наклона участка перед селехранилищем (где Q_c и $Q_c^{макс}$ – соответственно, расчетный расход селевого потока и максимальный расход селевого потока, определяемый по результатам изысканий и региональным методикам расчета).

При этом высота селевого вала у плотины принимается равной глубине селевого потока у входа в селехранилище.

3.21(3.11).При надлежащем технико-экономическом обосновании, с учетом утвержденной региональной или бассейновой схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов, допускается использование селехранилища как водохранилища, при этом проектом должна быть обеспечена аккумуляция селевого потока в селеопасный период.

3.22(3.12). Проектом селезадерживающих сооружений следует предусматривать возможность восстановления объема селехранилища после его заполнения путем наращивания плотины или очистки селехранилища.

Селепропускные сооружения

3.23(3.13). В качестве основных видов селепропускных сооружений следует предусматривать:

каналы – для пропуска селевых потоков через населенные пункты, промышленные предприятия и другие объекты, позволяющие в одном уровне с ними пропустить селевой поток через объект или в обход его;

селеспуски и мосты – для пропуска селевых потоков через линейные объекты (автомобильные и железные дороги, каналы, газопроводы, нефтепроводы и др.) над ними или под ними, в зависимости от топографических условий.

Примечание: Применение труб для пропуска селевых потоков не допускается.

3.24(3.14). При проектировании селепропускных сооружений необходимо учитывать: инерционность селевого потока, стремление его к прямолинейному движению, ударный характер взаимодействия селевого потока с препятствием, заторный и валовый характер движения селевого потока, его истирающее воздействие на сооружение способность селевого потока к руслопереформированию.

3.25(3.15). Размеры селепропускных сооружений с входными и выходными участками, а также отводящего тракта должны назначаться из условия обеспечения транспортирующей способности потока через сооружения, при этом:

уклон дна сооружений должен приниматься не менее среднего уклона подходного участка селевого русла, длина которого принимается равной не менее двадцати ширин селевого потока;

ширина сооружений, как правило, принимается равной средней ширине селевого потока на подходном участке селевого русла; при необходимости уменьшения ширины сооружения, ее размер должен обеспечить беспрепятственный пропуск наиболее крупных твердых включений в селевом потоке с соответствующими направляющими устройствами;

продольную ось селепропускного сооружения необходимо совмещать с динамической осью селевого потока; при необходимости поворота сооружения угол между осями должен приниматься не более 8^0;

возвышение стен (перекрытий) селепропускных сооружений над максимальным уровнем селевого потока следует принимать равным $0,2\ H_{макс}$ (где $H_{макс}$ – максимальная глубина селевого потока), но не менее 1м – для лотков и не менее 0,5м – для каналов.

3.26. Входной участок селепропускных сооружений рекомендуется ориентировать в плане таким образом, чтобы продольная ось сооружения совпала с динамической осью потока, а угол установки сопрягающих стенок по отношению к ней не превышал 11^0.

Возвышение стен над максимальным уровнем селевого потока на входных участках рекомендуется принимать равным не менее $0,5H_{макс}$ (где $H_{макс}$ –максимальная глубина потока на подходе к сооружению).

3.27. Концевой участок селепропускных сооружений рекомендуется доводить до основной реки или до участка, где накопление селевых выносов не причинит ущерба.

Во избежание заторов на основной реке, сопряжение с ней селепропускных сооружений производится плавно, под углом не более 30^0.

При пропуске наносоводных селевых потоков во избежание подмыва концевого участка сооружения, ниже его рекомендуется устраивать на глубину воронки размыва зуб либо крепление из камня, для которого скорости потока будут нетранспортирующими. Толщина слоя крепления равняется трем диаметрам камня. Длина участка крепления $l_к$ определяется по формуле:

$$l_к = 6h\left(\frac{1,2q^2}{g}\right)^{1/3} \qquad 6$$

где h – высота перепада за сооружением; при отсутствии перепада h принимается равным 0,5м;

q – удельный расход в селепропускном сооружении, м2/с;

g – ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с2;

3.28. Селепропускные каналы рекомендуется облицовывать железобетонными плитами или монолитным железобетоном по гравийной подготовке слоем 15 см. Толщину облицовки из монолитного железобетона $\delta_б$ или сборных железобетонных плит $\delta_п$ принимают по таблице 8 в зависимости от скорости потока v_c, м/с.

Таблица 8

v_c, м/с	1,5	2	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	7,0	10,0
$\delta_б$; м	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,70	1,0
$\delta_п$;м	0,15	0,18	0,20	0,25	0,28	0,30	0,35	0,50	0,70

Допускается конструкция каналов с подпорными стенками по бортам или крепление только откосов, с соединением по дну порогами-диафрагмами.

При проектировании облицовки селепропускных каналов рекомендуется пользоваться ("Методическими указаниями по компоновке и

гидравлическому расчету противоселевых гидротехнических сооружений," ВНПО "Союзводавтоматика" (Фрунзе, 1977).

3.29. Методика гидравлического расчета селепропускных сооружений на пропуск грязекаменных селевых потоков приведена в п.п. 3.30-3.31, а на пропуск наносоводных селевых потоков - в п. п.3.32+ 3.37.

3.30. Селепропускные сооружения для пропуска грязекаменных селевых потоков применяются при наличии следующих условий:

а) продольный уклон сооружения не менее 0,10;

б) в пределах сооружения не происходит распад расчетного селевого потока (возможность распада оценивается согласно п.25 приложения I).

в) в пределах сооружения не происходит остановка расчетного селевого потока (глубина слоя отложений, рассчитанная по формуле 16. приложения I не превышает 0,5м).

3.31. Глубина и скорость движения грязекаменного селевого потока при прохождении его по селепропускному сооружению определяется в соответствии с п.20 приложения I, как при движении его по естественному селевому руслу.

3.32. Транспортирующая способность и параметры каналов для пропуска наносоводных селей определяются по приведенной ниже методике, применимой только к селепропускным каналам с бетонной облицовкой (с коэффициентом шероховатости поверхности для водного потока n=0,017) при равномерном режиме движения. При этом сечение каналов может быть прямоугольным либо трапецеидальным с соотношением B/H не менее 8 (где H- глубина канала, B-ширина на глубине 0,5H). Расчет трапецеидальных каналов с отношением B/H менее 8 или с шероховатостью облицовки, существенно отличной от n=0,017, производится согласно "Методическим рекомен-

нациям по гидравлическому расчету селетранспортирующих сооружений" АрмНИИВПиГ, 1983г., Короткие каналы (селеспуски), с неравномерным режимом движения, рассчитываются по обычным гидравлическим формулам, при этом величина коэффициента шероховатости n_0 для каналов любого очертания с бетонной облицовкой определяется по графику на рис. 2 в зависимости от среднеарифметического диаметра частиц твердой составляющей потока $d_{с.а.}$ и уклона селеспуска i.

3.33. Для расчета канала (конструкция которого удовлетворяет условиям п.3.32) на пропуск наносоводного селевого потока необходимы следующие исходные данные:

а) расход водного паводка $Q_в$ м3/с;

б) уклон селетранспортирующего канала - i_0 (при переменном уклоне расчет производится для участка с минимальным уклоном);

в) ширина канала В,м (для трапецеидальных каналов - средняя по высоте);

г) средний арифметический диаметр частиц твердой составляющей селевого потока $d_{с.а.}$ без учета фракций менее 0,05мм.

д) весовое содержание в потоке твердой составляющей без учета фракций менее 0,05мм Ро кг/м3, определяемое в следующем порядке:

вычисляется полное весовое содержание в потоке твердой составляющей Рп кг/м3 по формуле:

$$P_п = \rho_т \frac{\rho_с - \rho_в}{\rho_т - \rho_в} \qquad 7$$

где $\rho_с$ - плотность селевого потока, определяемая по графику рис.I или 2 приложения I для участка длиной 300м выше входа в канал.

$\rho_т$ – плотность вещества твердой составляющей селевого потока, принимаемая равной 2650 кг/м3.

$\rho_в$ – плотность воды (1000 кг/м3)

Определяется весовое содержание в потоке фракций менее 0,05мм, $P_{0,05}$ кг/м3 (по материалам изученности прошедших селевых потоков или данных научных исследований). При отсутствии данных допускается принимать $P_{0,05}$ равным 0,3Рп.

Величина Ро определяется как разность Рп $-P_{0,05}$.

3.54. Расчет каналов на пропуск наносоводных селевых потоков производится в следующем порядке.

а) По графику на рис.2 , в зависимости от уклона канала $i_о$ и среднеарифметического диаметра селевых отложений $d_{с.а.}$ определяется приведенный коэффициент шероховатости канала $n_с$. Находится величина произведения $Q_в \cdot n_с$.

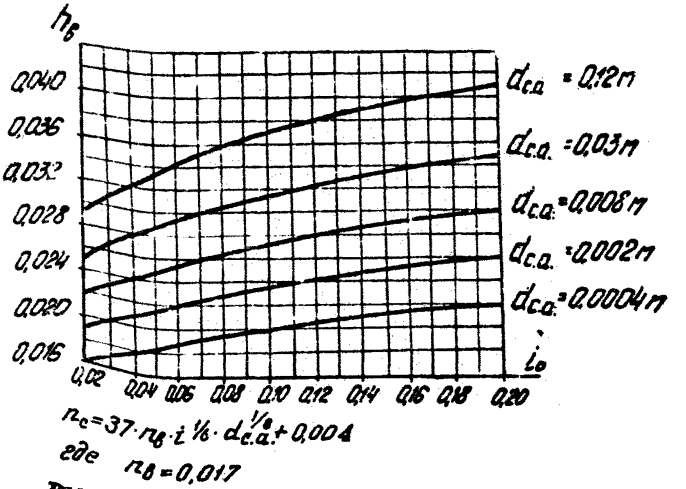


Рис. 2. График зависимости приведенного коэффициента шероховатости $n_с$ для селепропускного канала от уклона $i_о$ и среднеарифметического диаметра $d_{с.а.}$ твердой составляющей селевого потока.

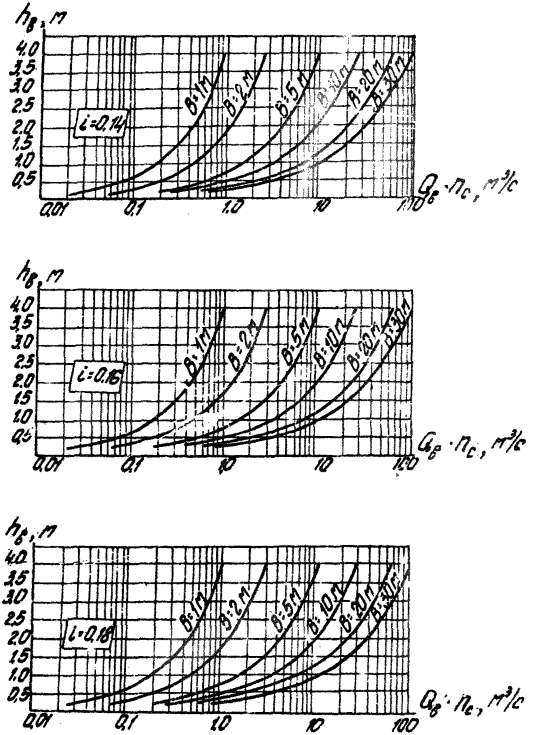
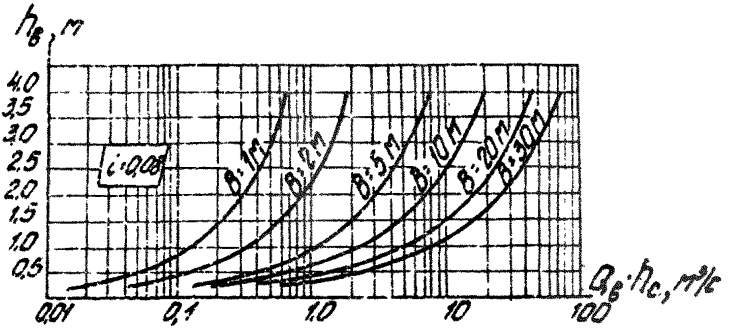
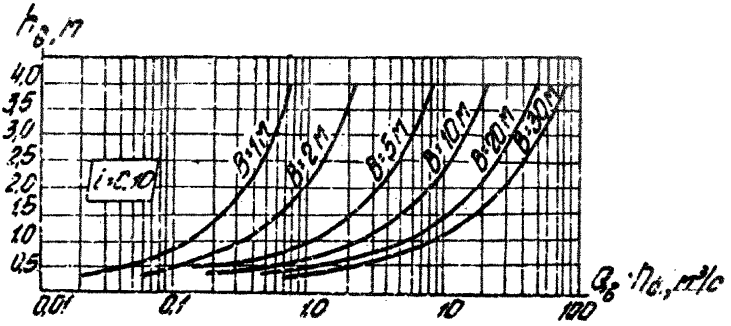
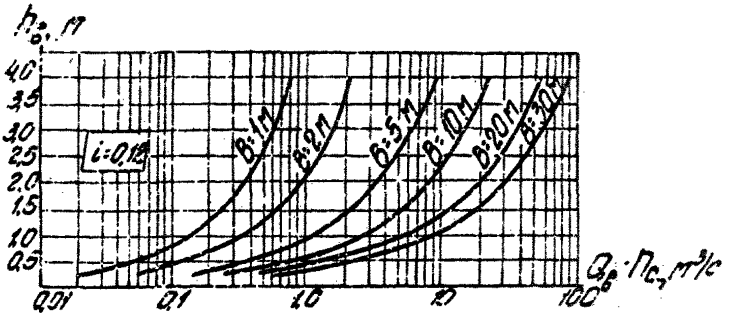


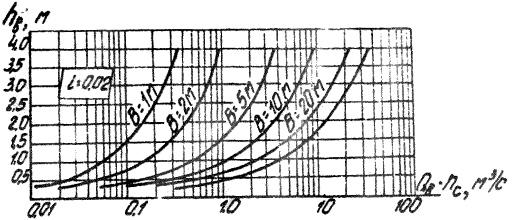
Рис.3 Графики зависимости глубины водного потока $h_в$ от ширины прямоугольного бетонного канала B и величины $Q_в \cdot n_c$ при различных уклонах дна канала.

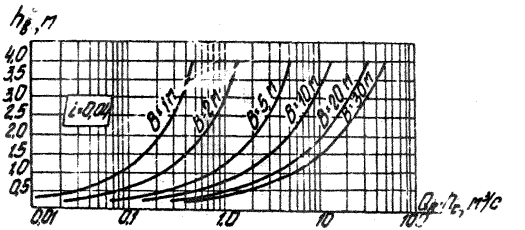
Продолжение на стр. 36, 37.

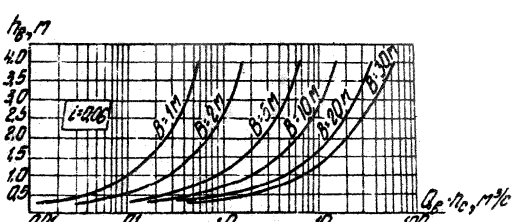

$h_в$, м
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
i=0,005
B=1м
B=2м
B=5м
B=10м
B=20м
B=30м
0,01
0,1
1,0
10
100
$Q_в \cdot n_c$, м³/с


$h_в$, м
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
i=0,010
B=1м
B=2м
B=5м
B=10м
B=20м
B=30м
0,01
0,1
1,0
10
100
$Q_в \cdot n_c$, м³/с


$h_в$, м
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
i=0,020
B=1м
B=2м
B=5м
B=10м
B=20м
B=30м
0,01
0,1
1,0
10
100
$Q_в \cdot n_c$, м³/с


$h_в$, м
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
i=0,02
B=1м
B=2м
B=5м
B=10м
B=20м
B=30м
0,01
0,1
1,0
10
100
$Q_в : n_c$, м³/с


$h_в$, м
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
i=0,04
B=1м
B=2м
B=5м
B=10м
B=20м
B=30м
0,01
0,1
1,0
10
$Q_в : n_c$, м³/с


$h_в$, м
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
i=0,06
B=1м
B=2м
B=5м
B=10м
B=20м
B=30м
0,01
0,1
1,0
10
100
$Q_в : n_c$, м³/с

б) По графикам рис.3 при заданных: ширине канала В, уклону i_0 и произведению $\varphi_в \cdot П_с$ находится величина $h_в$.

в) Определяется величина $v_в$ по формуле:

$$v_в = \frac{Q_в}{B \cdot h_в}$$

г) Определяется величина произведения $v_в \cdot i_0$.

д) По графику рис. 4 находится критериальная величина $(v \cdot i)_{кр}$, которая сопоставляется с полученной выше величиной $v_в \cdot i_0$

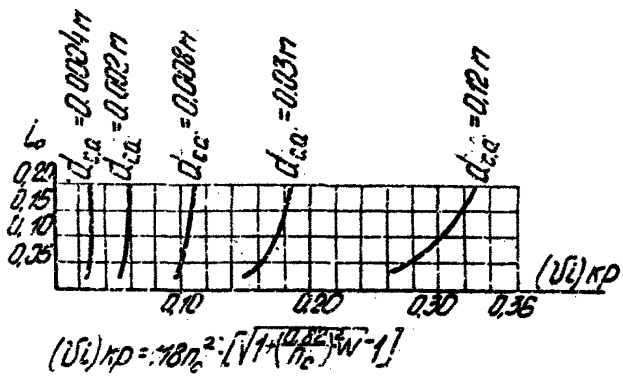


Рис. 4 **График зависимости критериальной величины $(v \cdot i)_{кр}$ от уклона i_0 и среднеарифметического диаметра $d_{с.а.}$ твердой составляющей селевого потока.**

3.35. В случае, если $v_в \cdot i_0$ будет больше $(v \cdot i)_{кр}$, дальнейший расчет ведется по графикам **рис.5**.В правой части **графиков рис.5** по расходу водного паводка $Q_в$ и уклону дна канала i_0 для заданного $d_{с.а}$ находится максимально возможное содержание наносов в потоке P кг/м3, которое может беспрепятственно транспортироваться по каналу.

Если величина Р окажется больше, чем величина Ро (определенная согласно п.3.33 **настоящих Рекомендаций**), дальнейший

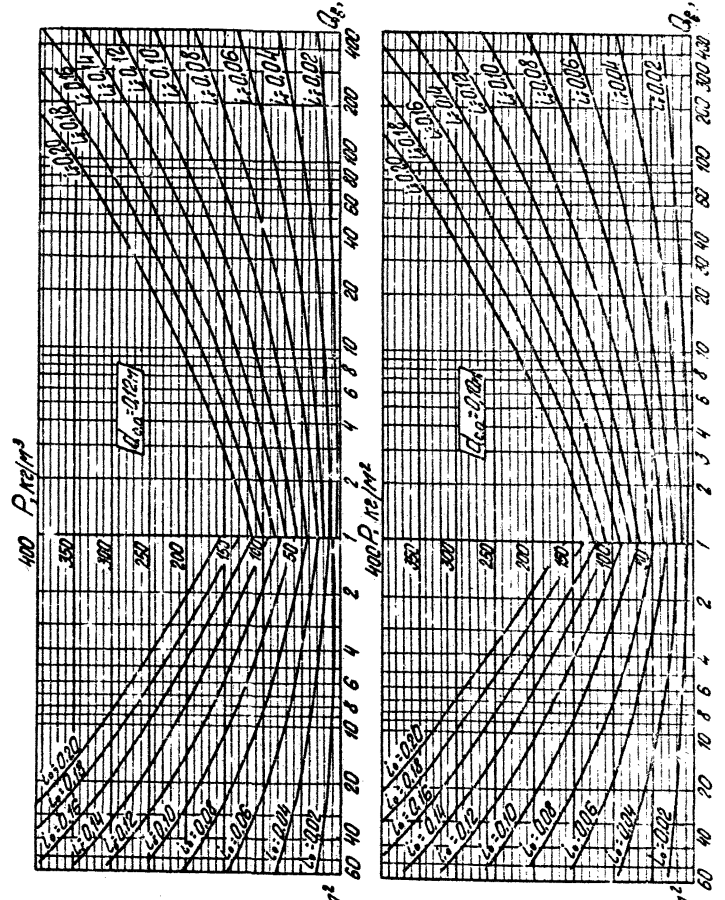
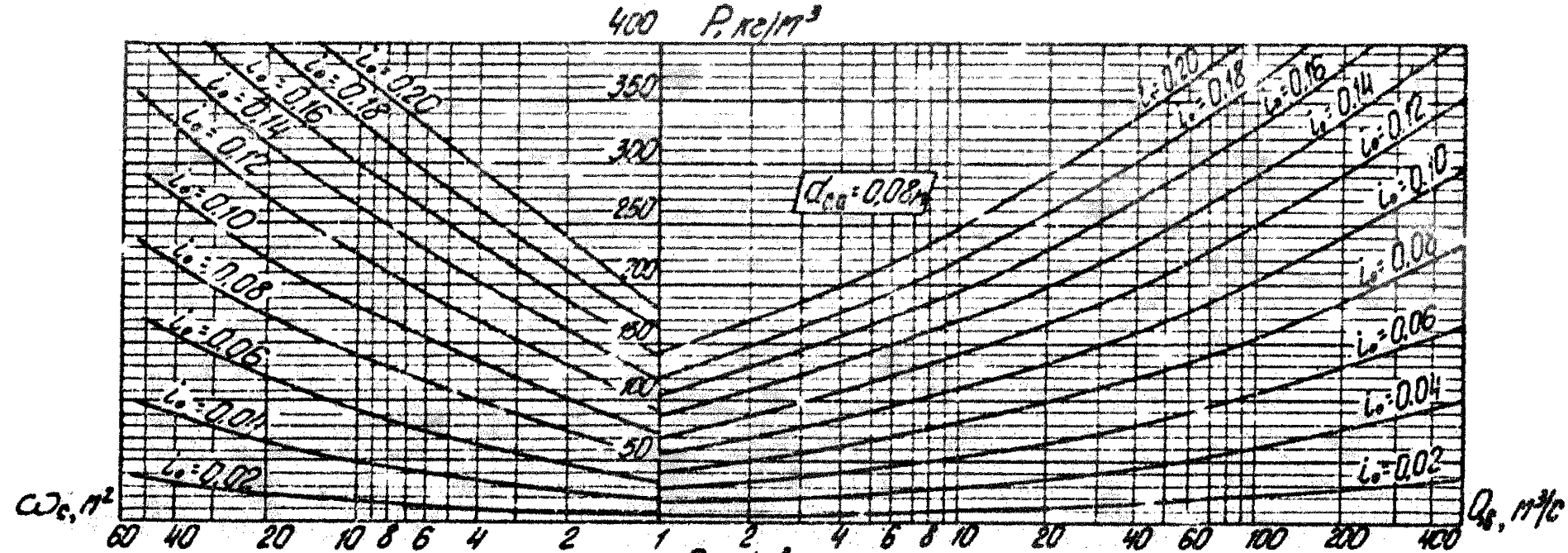
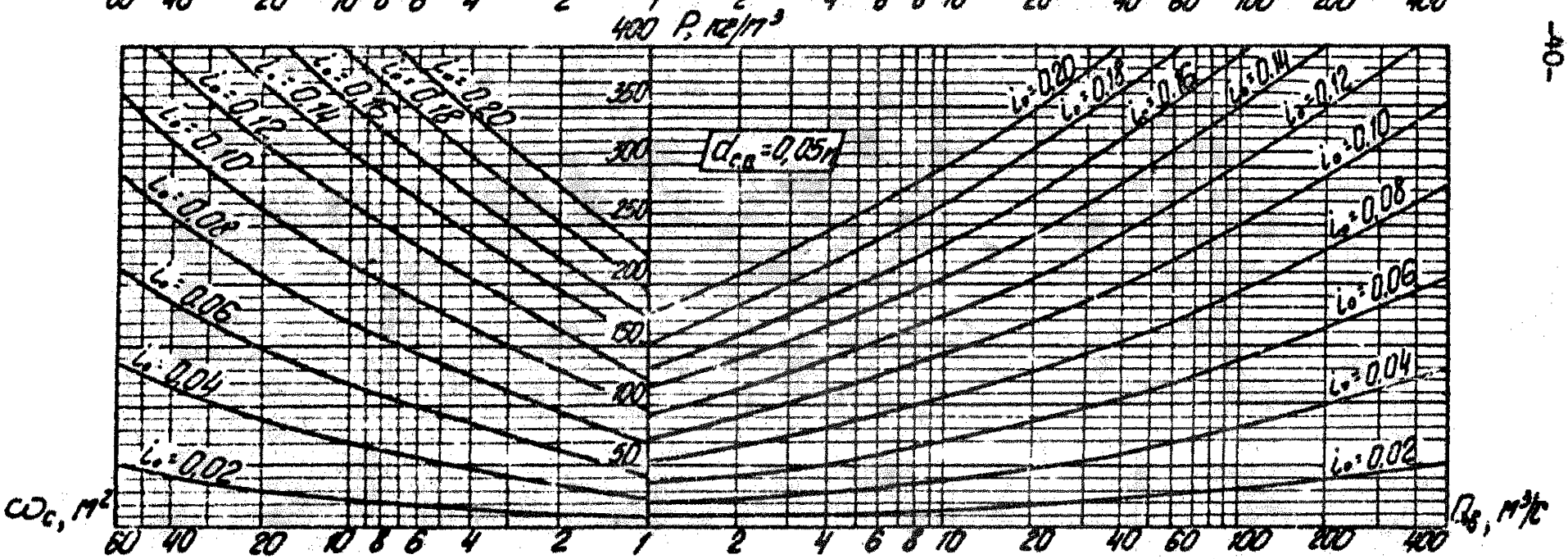
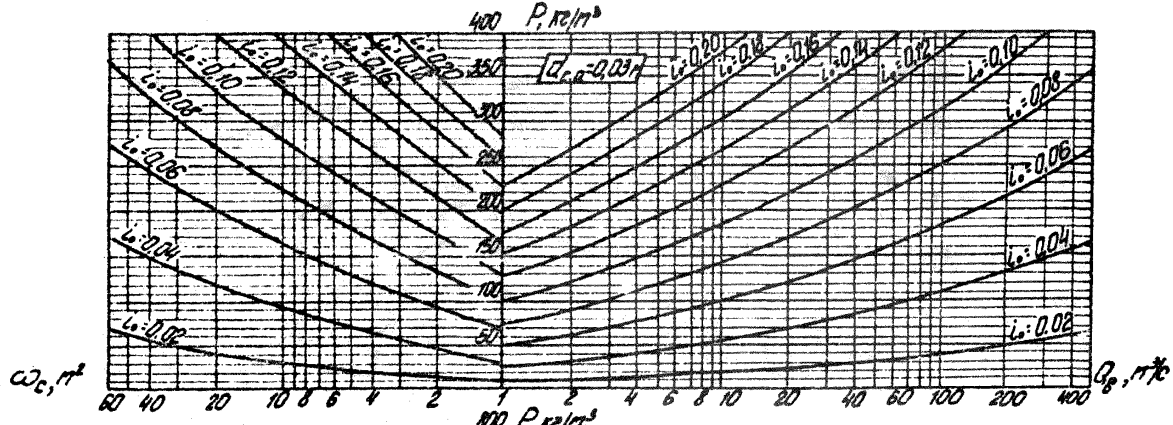


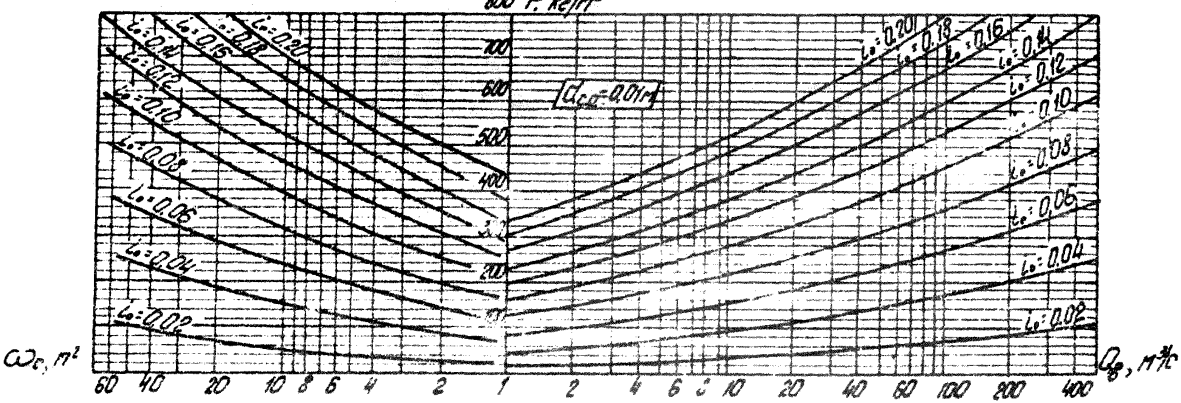
Рис. 5 Графики для подсчета гидравлических параметров напорно-водяных селевых потоков при $v \cdot i_0 > (v \cdot i)_{кр}$;

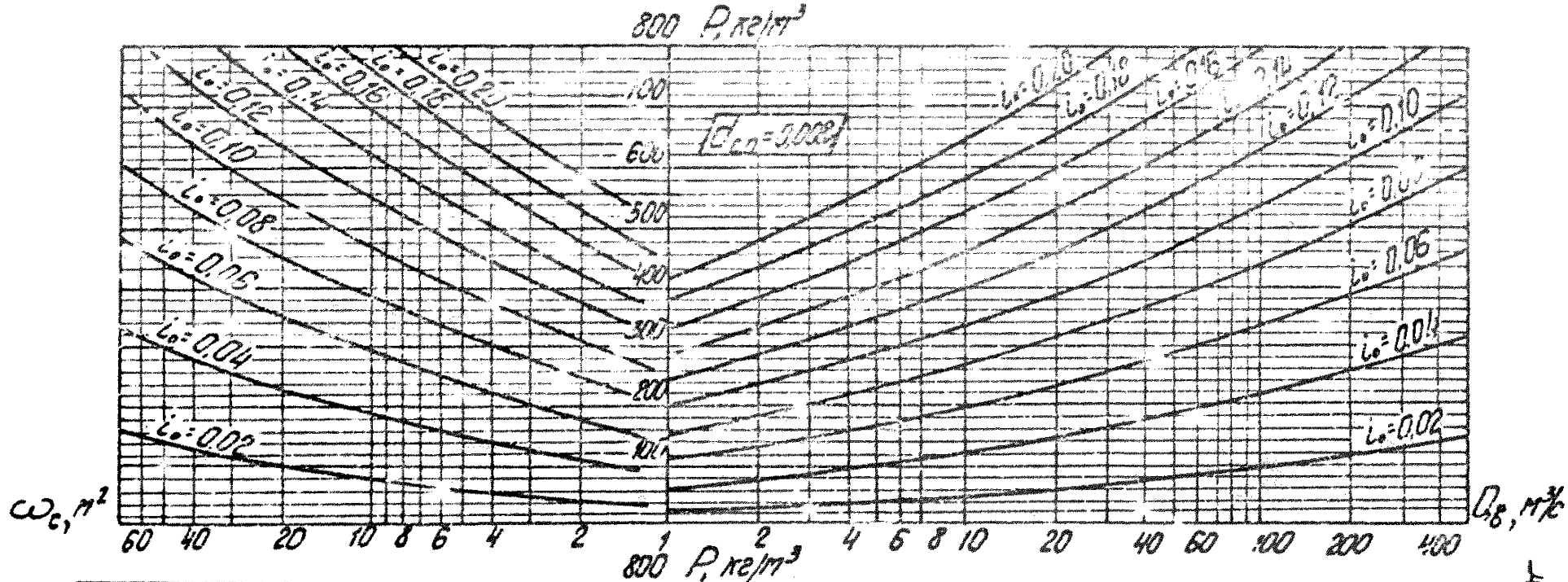
Продолжение на стр.40-43

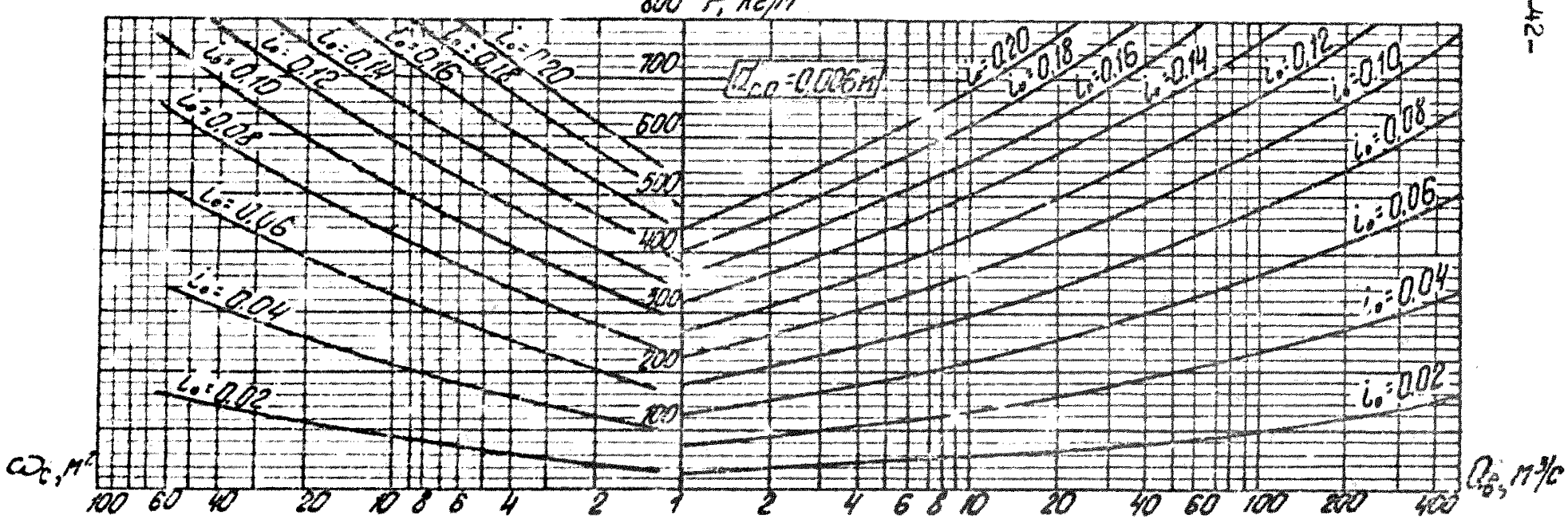

400 P, кг/м³
350
300
250
200
150
100
50
$d_{cв}$=0,08м
i_0=0,20
i_0=0,18
i_0=0,16
i_0=0,14
i_0=0,12
i_0=0,10
i_0=0,08
i_0=0,06
i_0=0,04
i_0=0,02
ω_c, м²
$Q_б$, м³/с
60 40 20 10 8 6 4 2 1 2 4 6 8 10 20 40 60 100 200 400

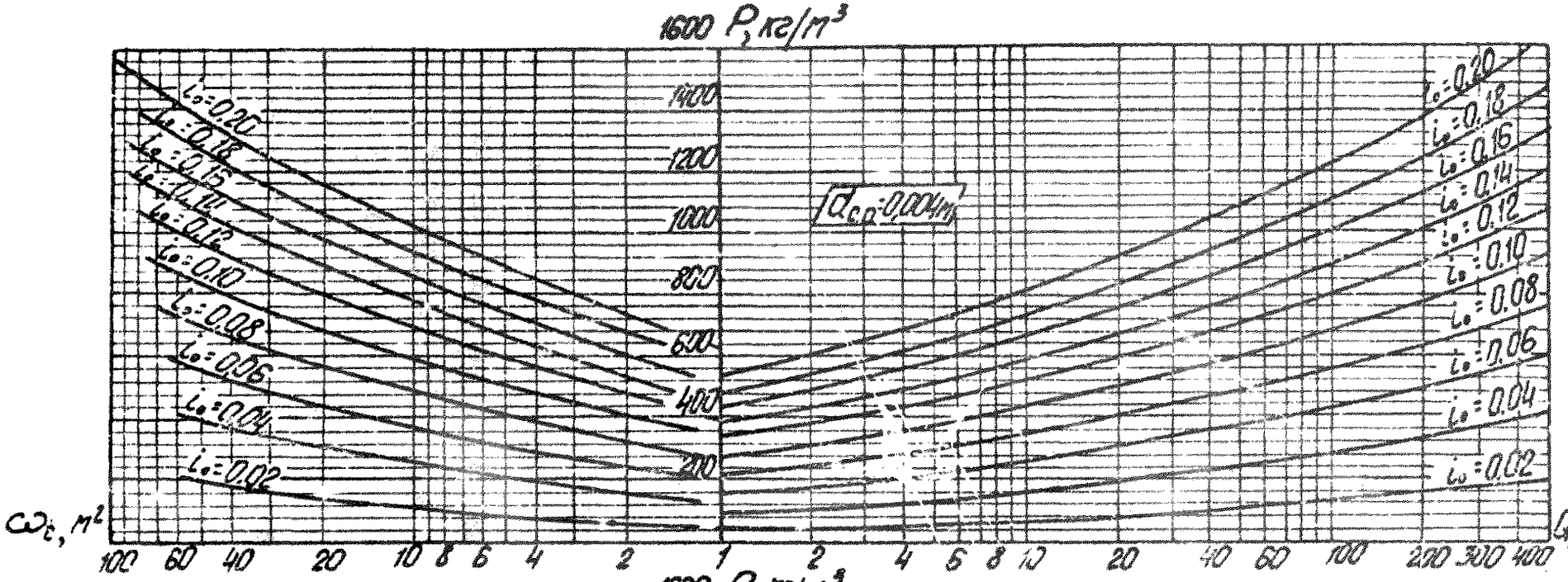

400 P, кг/м³
350
300
250
200
150
100
50
$d_{cв}$=0,05м
i_0=0,20
i_0=0,18
i_0=0,16
i_0=0,14
i_0=0,12
i_0=0,10
i_0=0,08
i_0=0,06
i_0=0,04
i_0=0,02
ω_c, м²
$Q_б$, м³/с
60 40 20 10 8 6 4 2 1 2 4 6 8 10 20 40 60 100 200 400

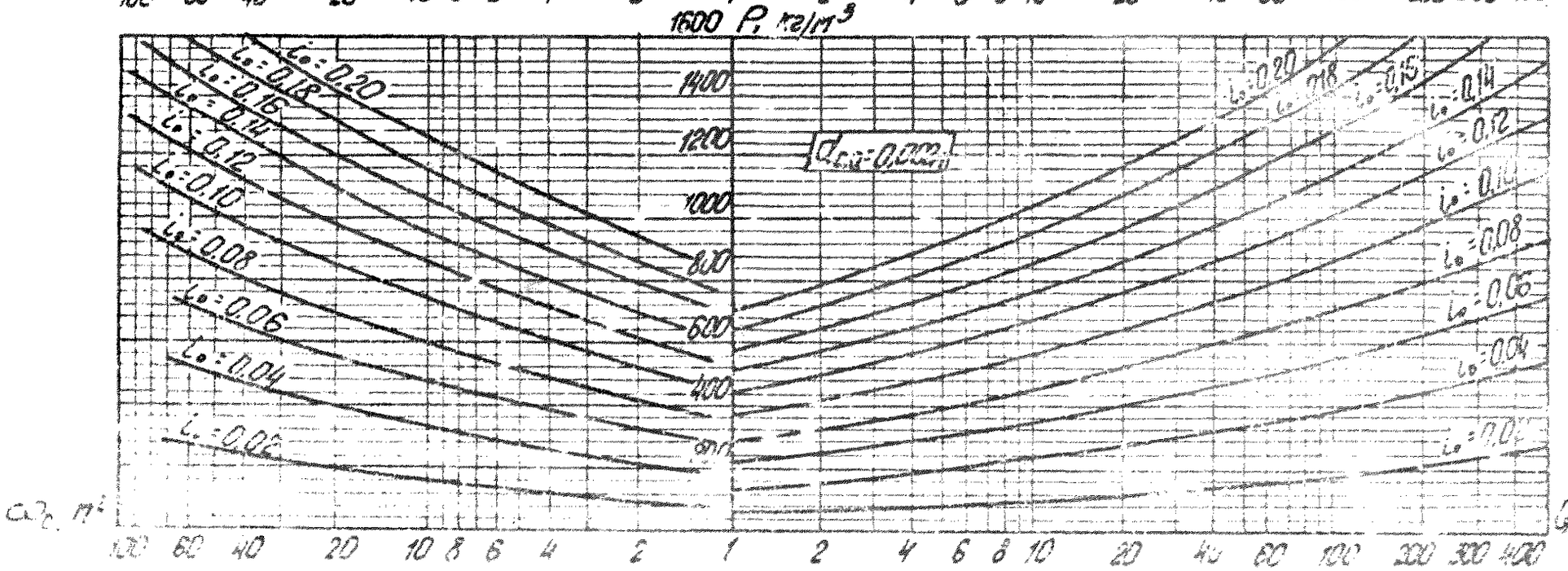

P, кг/м³
$d_{c.a}$=0,03м
i_0=0,20
i_0=0,18
i_0=0,16
i_0=0,14
i_0=0,12
i_0=0,10
i_0=0,08
i_0=0,06
i_0=0,04
i_0=0,02
ω_c, м²
$Q_в$, м³/с


P, кг/м³
$d_{c.a}$=0,01м
i_0=0,20
i_0=0,18
i_0=0,16
i_0=0,14
i_0=0,12
i_0=0,10
i_0=0,08
i_0=0,06
i_0=0,04
i_0=0,02
ω_c, м²
$Q_в$, м³/с


800 P, кг/м³
d_{c0}=0.008
i_0=0.02
i_0=0.04
i_0=0.06
i_0=0.08
i_0=0.10
i_0=0.12
i_0=0.14
i_0=0.16
i_0=0.18
i_0=0.20
100
200
300
400
500
600
ω_c, м²
$Q_в$, м³/с
60 40 20 10 8 6 4 2 1 2 4 6 8 10 20 40 60 100 200 400


800 P, кг/м³
d_{c0}=0.006м
i_0=0.02
i_0=0.04
i_0=0.06
i_0=0.08
i_0=0.10
i_0=0.12
i_0=0.14
i_0=0.16
i_0=0.18
i_0=0.20
100
200
300
400
500
600
700
ω_c, м²
$Q_в$, м³/с
100 60 40 20 10 8 6 4 2 1 2 4 6 8 10 20 40 60 100 200 400


1600 P, кг/м³
1400
1200
1000
800
600
400
200
$d_{c.o}$=0,004м
i_0=0.20
i_0=0.18
i_0=0.16
i_0=0.14
i_0=0.12
i_0=0.10
i_0=0.08
i_0=0.06
i_0=0.04
i_0=0.02
ω_c, м²
100 60 40 20 10 8 6 4 2 1 2 4 6 8 10 20 40 60 100 200 300 400
$Q_в$, м³/с


1600 P, кг/м³
1400
1200
1000
800
600
400
$d_{c.o}$=0,002м
i_0=0.20
i_0=0.18
i_0=0.16
i_0=0.14
i_0=0.12
i_0=0.10
i_0=0.08
i_0=0.06
i_0=0.04
i_0=0.02
ω_c, м²
100 60 40 20 10 8 6 4 2 1 2 4 6 8 10 20 40 60 100 200 300 400
$Q_в$, м³/с

расчет ведется по заданной величине Ро.

В левой части графиков **рис.5** по заданной величине Ро, отложенной на шкале Р, находится необходимое для пропуска селевого потока живое сечение канала ω_c для данного i.

Расход селевого потока Qс определяется по формуле $Q_c = \frac{Q_в}{1 - \frac{P}{2650}}$. Скорость селевого потока v_c определяется по формуле $v_c = \frac{Q_c}{\omega_c}$.

Глубина селевого потока h_c определяется по формуле $h_c = \frac{\omega_c}{B}$.

Если величина Р окажется меньше P_0, транспортирующая способность канала недостаточна и он может быть занесен наносами. Для предотвращения этого необходимо увеличить уклон дна канала (если это позволяют топографические **условия**) или уменьшить содержание наносов в потоке, установив выше канала сквозное селезадерживающее сооружение.

В первом случае повторный расчет необходимо производить в обратном порядке. На графиках рис.5 по заданной величине P_0 и заданному расходу водного паводка $Q_в$ находится уклон i, при котором наносы будут транспортироваться по каналу беспрепятственно. Площадь живого сечения, скорость потока и глубина определяются по тем же формулам. Если топографические условия не позволяют увеличить уклон дна канала, необходимо уменьшить содержание наносов в потоке, для чего выше канала следует предусмотреть сквозное селезадерживающее сооружение. Необходимое среднее вертикальное расстояние между решетками сквозного сооружения определяется по графику ГрузНИИГтиМ на рис.6. На графике: $d_{с.а.}$ - средне-арифметический диаметр твердой составляющей потока; Д- количество наносов, задерживаемых сквозным сооружением в процентах от общего объема твердого стока.

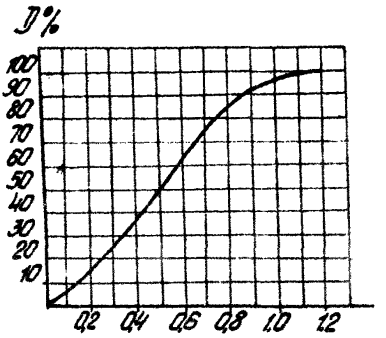


Рис. 6 Графики зависимости количества задерживаемых сквозным селеулавливателем наносов (в процентном отношении от общего объема твердого стока) Д% от отношения $\frac{d_{c.a.}}{\Delta}$, где $d_{c.a.}$ – среднегеометрический диаметр частиц твердой составляющей селевого потока, Δ – среднее вертикальное расстояние между горизонтальными стержнями селеулавливателя.

При требуемой величине отверстия менее 0,5м конструкции сквозных сооружений в виде железобетонных каркасов рекомендуется дополнять решетками из арматурных сеток с соответствующим размером ячеек.

3.36. В случае если $v_в \cdot i_0$ будет меньше $(v \cdot i)_{кр}$, расчет транспортирующей способности ведется по графикам рис. 7 и 8. Вначале по графику рис.7 по глубине $h_ф$ и заданной ширине канала В находится гидравлический радиус R ,м. По графикам рис.8 для найденного R и заданных $d_{с.а.}$ и i_0 определяется максимально возможное весовое содержание наносов в потоке Р, при котором все наносы беспрепятственно транспортируются по каналу.

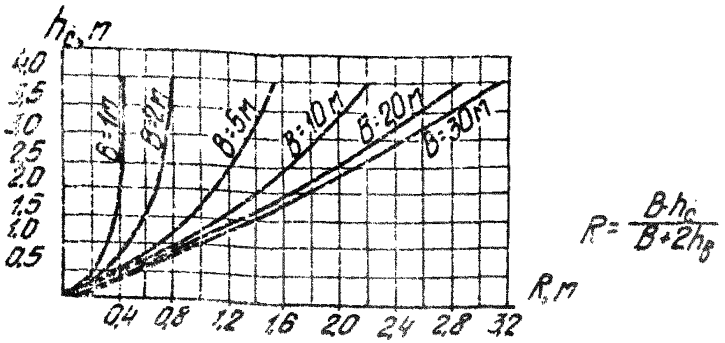


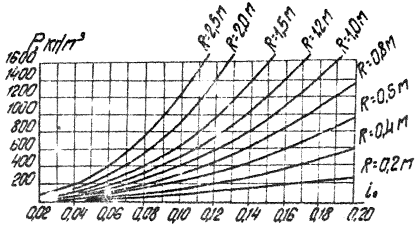
Рис. 7 График зависимости гидравлического радиуса R, м от глубины h_c, м и ширины канала B, м для прямоугольного сечения.

Глубина и скорость потока остаются теми же, что были определены по п.3.35 для водного потока. Если полученная величина P окажется больше величины Ро (определенной по п.3.35 настоящих Рекомендаций) канал обладает достаточной транспортирующей способностью.

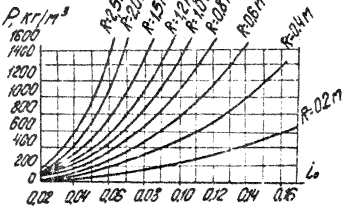
Если величина P окажется меньше Ро, то, в соответствии с п.3.36, необходимо увеличить уклон дна канала, либо уменьшить содержание наносов, поступающих в канал, с помощью сквозного селезадерживающего сооружения.

3.37.Мосты, пересекающие селевые русла, рекомендуется располагать на прямолинейных в плане участках с постоянным уклоном русла (на длине 400м - по 200м выше и ниже сооружения). Во избежание заторов, конструкция моста рекомендуется однопролетной.

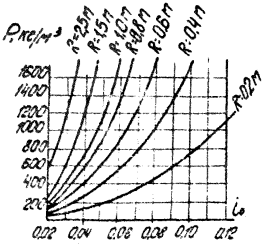
3.38.Пропуск под мостами селевых потоков с плотностью менее 1.300 кг/м3 рекомендуется рассчитывать по обычным гидравлическим формулам для расчета водослива с широким порогом. При плотности более 1200 кг/м3 величина мостового пролета принимается не менее средней ширины селевого потока на подходе к сооружению, а пропускная способность рассчитывается, как для селепропускных каналов.



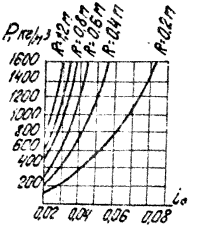
$d_{c.a.} = 0,12$ м



$d_{c.a.} = 0,03$ м



$d_{c.a.} = 0,008$ м



$d_{c.a.} = 0,002$ м

Рис. 8 Графики для подсчета гидравлических параметров напоследовавших селевых потоков при $v \cdot i_0 < (v \cdot i)_{кр}$

Пролетное строение рекомендуется располагать по высоте над потоком с запасом не менее 0,5Н, где Н - максимальная глубина селевого потока.

Селенаправляющие сооружения.

3.39(3.I6). Селенаправляющие сооружения должны предусматриваться для направления потока в селе пропускное отверстие, отвода селевого потока от защищаемого объекта или предотвращения подмыва защищаемой территории.

3.40(3.I7). Углы поворота направляющих дамб в плане следует принимать согласно требованиям, приведенным в п.3.25(3.I5).

3.4I(3.I8). При расчете на прочность и устойчивость селенаправляющих сооружений необходимо соблюдать требования, приведенные в п.п.3.3(3.2) и 3.6(3.3) настоящих Рекомендаций.

3.42. Напорные откосы направляющих и ограждающих дамб рекомендуется крепить облицовкой из сборного или монолитного железобетона по гравийной подготовке. Толщина крепления принимается по таблице 8.

Возвышение гребня дамбы (облицовки) над максимальным уровнем селевого потока принимается в соответствии с п.3.25 (3.I5). Низ облицовки (в виде зуба) рекомендуется заглублять на величину возможного продольного размыва русла (определяемую согласно п.2I прил.I) с засыпкой пазухи выемки крупным камнем.

3.43(3.I9). При односторонней защите берегов от размыва наносоводными селевыми потоками рекомендуется, при достаточной ширине поймы, применение шпор глухой или сквозной конструкции.

Расстояние между шпорами, их длина и угол поворота по направлению движения селевого потока назначаются на основании

результатов модельных исследований или по аналогам.

Стабилизирующие сооружения.

3.44. (3.20). Стабилизирующие сооружения следует предусматривать для прекращения движения селевого потока или ослабления его динамических характеристик.

Стабилизирующие сооружения применяются, как правило, для предотвращения возникновения или развития селевых потоков, вызываемых ливневыми паводками.

3.45(3.21). Проектирование склоновых стабилизирующих сооружений следует осуществлять в соответствии с требованиями Инструкции по проектированию и строительству противооползневых и противообвальных защитных сооружений. СН 519-79.

3.46(3.22). Русловые стабилизирующие сооружения необходимо предусматривать в виде систем запруд /рис.9(2) /, охватывающих все участки русел данного бассейна, где возможно образование селевых потоков; при этом последовательность строительных работ по возведению запруд должна исключать возможность образования селевых потоков выше построенных сооружений.

3.47. Верхняя граница стабилизации русел определяется местоположением створа, выше которого расход ливневого паводка с вероятностью превышения 2% уже не превышает критический селеобразующий расход.

Нижняя граница стабилизации русел определяется величиной уклона i =0,02, при которой селевые потоки уже не образуются.

3.48(3.23). Запруды следует применять высотой от 2 до 5 метров, как правило, сквозной конструкции в виде:

бетонной или железобетонной подпорной стены с отверстиями;

ряжа из сборных железобетонных элементов.

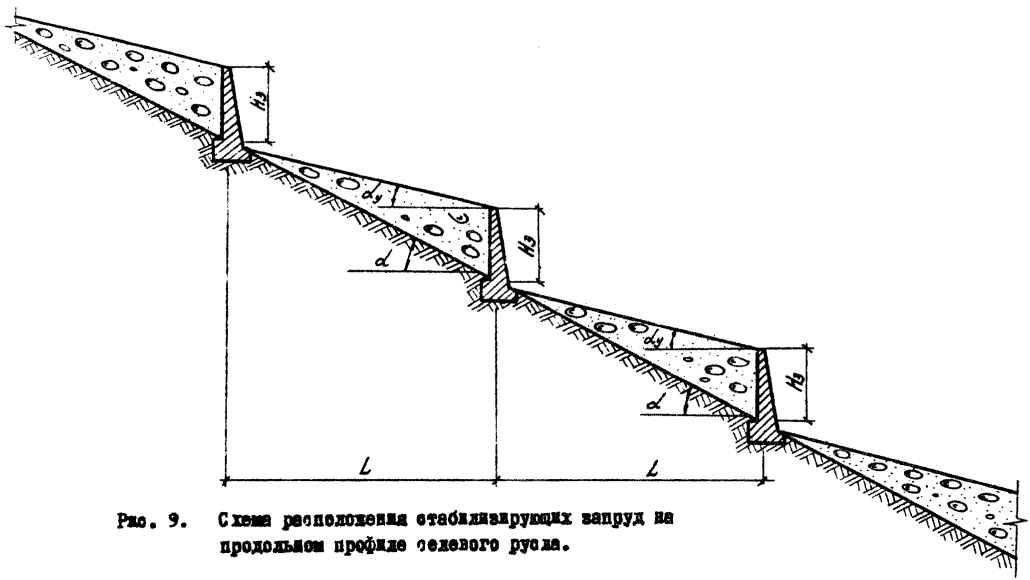


Рис. 9. Схема расположения стабилизирующих запруд на продольном профиле селевого русла.

3.49. При возведении запруд на нескальном основании, для предотвращения подмыва сооружения, рекомендуется устройство в нижнем бьефе контрзапруды высотой $0,25H_з$ на расстоянии $2H_з$ от основной запруды ($H_з$ – высота основной запруды над дном русла,м). Рекомендуется заглубление сооружения в борта и основание на 1,5–2,0 м (для основной запруды) и I,0-I,5 м (для контрзапруды). При опасности подмыва бортов ущелья запруда и контрзапруда соединяются продольными бетонными стенками.

Допускается, вместо устройства контрзапруды, крепление нижнего бьефа камнем (в три слоя), по отношению к которому скорости потока при пропуске расчетного ливневого паводка являются неразмывающими. Длина крепления расчитывается в соответствии с п.3.27.

3.50(3.24). Расстояние между запрудами (по горизонтали) L,м, следует определять по формуле

$$L = \frac{H_з}{tg\alpha - tg\alpha_y} \qquad 8(4)$$

где $H_з$ – высота запруды над дном русла, м;

$tg\alpha$ – естественный уклон русла перед запрудой;

$tg\alpha_y$ – уравнительный уклон отложения наносов перед запрудой, принимаемый равным $tg\alpha_y = 0,7\,tg\alpha$ (но не более 0,2)

3.5I(3.25). Стабилизирующие сооружения должны рассчитываться на пропуск ливневого паводка с вероятностью превышения 2%.

3.52. Для предотвращения подмыва бортов сооружения, пропуск паводков через гребень запруды производятся по специальному водосливному углублению, ширина которого обусловливается шириной пойменной части реки, а глубина – требованиями пропуска расчетного ливневого паводка. Водовыпускные отверстия в теле запруды располагаются в пределах горизонтальной проекции водосливного углубления.

4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ ЗОНЫ СЕЛЕХРАНИЛИЩ

4.1. (5.1). В состав мероприятия по подготовке зоны селехранилищ включаются мероприятия, связанные с выносом, переустройством, защитой и оставлением народнохозяйственных объектов в этой зоне.

4.2. Зона селехранилища включает территорию, занимаемую его расчетной емкостью (зону аккумуляции) и полосу "заплеска" селевого вала, за пределами которых безопасно пребывание людей и нахождение объектов народного хозяйства. Границы зоны селехранилища закрепляются в соответствии с "Инструкцией по определению на местности проектного контура" И-43-71 знаками через 50 м.

4.3.(5.2). Выносу из зоны селехранилища или переустройству подлежат:

населенные пункты, а также народнохозяйственные объекты, режим работы которых требует долговременного пребывания людей;

объекты, нарушение деятельности которых связано с опасностью последующего заражения или отравления окружающей среды, взрывного разрушения сооружения, а также с возможностью возникновения пожаров на прилегающих территориях;

автомобильные дороги I,II и III категории общегосударственного и республиканского значения; железные дороги I и II категории общей сети; водозаборные сооружения и водоводы систем водоснабжения;

памятники истории и архитектуры (при целесообразности - в установленном порядке).

Необходимость выноса, переустройства или оставления объектов народного хозяйства другого назначения, попадающих в зону селехранилища, должна устанавливаться на основании технико-экономического обоснования с учетом частоты прохождения селевых потоков.

4.4. К объектам долговременного пребывания людей относятся населенные пункты и объекты, функционирование которых требует постоянной (не периодической или эпизодической) работы людей продолжительностью не менее одной смены в день в течение селеопасного периода.

Вынос из зоны селехранилища или переустройство объектов проектируется и осуществляется в том же порядке, что и для водохранилища. Однако, в отличие от водохранилищ, ресурсы зон селехранилищ продолжают использоваться сельским, лесным, охотничьим хозяйством и рядом других природопользователей (с ограничениями в селеопасный период и без ограничений в остальное время года) до момента прохождения расчетного селя. Ограничения относятся в основном к долговременному и неконтролируемому пребыванию людей в зоне.

Количество сносимых и переносимых домовладений, затраты на их снос, перенос и переселение населения определяются по данным технико-экономических обследований и в соответствии с решениями "Схемы переселения населения из зоны селехранилища", которой устанавливаются: перечень затрагиваемых населенных пунктов, количество сносимых и переносимых домовладений (дворов), численность переселяемого населения, а также места (пункты) переселения, дополселения и местного переноса.

Кладбища и несибиреязвенные скотомогильники, расположенные в полосе "заплеска" и на участках возможного разрушения берегов селехранилища, подлежат переносу. Сибиреязвенные скотомогильники подлежат переносу из зоны селехранилища во всех случаях.

При решении вопросов, связанных с нарушениями природно-хозяйственной среды и компенсацией потерь отраслям-природополь-

зователям, руководствуются "Основами земельного законодательства Союза ССР и союзных республик", "Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах,"Основами водного законодательства Союза ССР и союзных республик", "Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик", законами "Об охране атмосферного воздуха", "Об охране и использовании животного мира" другими законодательными, директивными и нормативными документами по прил.3 (обязательному).

Техническая возможность и экономическая целесообразность выноса и переустройства объектов народного хозяйства и размеры потерь народного хозяйства устанавливаются комиссиями, создаваемыми исполкомами городских (районных) Советов народных депутатов совместно с заказчиком по строительству и организациями, которым принадлежат затрагиваемые объекты, сооружения и ресурсы.

В необходимых случаях, по решению комиссии, техническая возможность и экономическая целесообразность выноса и переустройства объектов устанавливается проектными проработками с участием специализированных организаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ

Исходные положения

I. В настоящем приложении изложены методы расчета характеристик селевых потоков ливневого и гляциального происхождения. Вопросы расчета характеристик селевых потоков, вызванных землетрясениями, извержениями вулканов, снеготаянием, прорывом завальных озер и глубокими оползнями, не рассматриваются.

2. Методы расчета предполагают наличие в селевых руслах достаточного объема селеформирующего грунта. При несоблюдении этого условия расчетный объем твердой составляющей селевого потока принимается равным объему селеформирующего грунта, определенному при проведении изысканий в соответствии с п.2.9 (2.7) настоящих Рекомендаций.

3. Полученные в результате расчета характеристики селевых потоков сопоставляются с фактическими данными о прошедших селевых потоках и в случае, если последние более неблагоприятны для работы сооружений, допускается принимать их в качестве расчетных при надлежащем обосновании.

4. В селевых руслах, не имеющих участков с углами наклона более 12^0 (протяженностью не менее 300 м), могут формироваться только наносоводные селевые потоки, расчет характеристик которых производится в соответствии с п.I0 настоящего приложения.

В селевых руслах, имеющих такие участки, при достаточной величине расхода водного паводка, могут формироваться как грязекаменные, так и наносоводные селевые потоки. Расчет в этом случае производится в соответствии с п.п.II-I8 настоящего приложения.

5. При наличии в селевом бассейне оледенения, производится расчет характеристик маловодных и грязекаменных селевых потоков как гляциального, так и ливневого происхождения. Из результатов расчета выбираются характеристики селевых потоков, определяющие наиболее неблагоприятный случай взаимодействия их с сооружениями. В случаях, когда возможность возникновения гляциальных селевых потоков может быть устранена путем проведения профилактических мероприятий (в соответствии с п.I.8 настоящих Рекомендаций), допускается в качестве расчетных рассматривать характеристики только ливневых селевых потоков.

Приведенные в данном разделе методы расчета применимы для расчетных створов, расположенных выше конуса выноса.

6. В отдельных районах СССР максимальные характеристики ливневых селевых потоков определяются развитием поверхностных оползней. Расчет в этом случае производится в соответствии с п.I9 настоящего приложения.

7. В данном приложении приведены полные и упрощенные методы расчета характеристик селей. Полные методы расчета селевых потоков применяются при проектировании противоселевых сооружений I и II класса. Упрощенные методы применяются при проектировании сооружений III и IУ класса, а также при составлении бассейновых схем (обосновывающих материалов) селезащиты.

Паводки, вызывающие селевые потоки

8. Расчет характеристик ливневых паводков производится согласно требованиям "Определение расчетных гидрологических характеристик" Госстроя СССР (СНиП 2.0I.I4-83).

Допускается расчет характеристик ливневых селеформирующих

паводков производить по методике КазНИИ (Труды КазНИГМИ, вып. 28, Л., Гидрометеоиздат, 1967; вып. 36, Л., Гидрометеоиздат, 1970).

.9. Максимальный расход Q_{max} м³/с и объем W м³ гляциального паводка, вызванного прорывом озер в зоне современного оледенения рассчитываются (независимо от наличия озер на дату обследования) по формулам

$$Q_{max} = 220\ (F - 0{,}5)^{0{,}8}; \qquad (1)$$

$$W = 0{,}31\ (F - 0{,}5) \cdot 10^6, \qquad (2)$$

где F - площадь наиболее крупного ледника, км² (при $F \leqslant 0{,}5$ км² расчет производится на случай ливневого обводнения).

Наносоводные селевые потоки

.10. Наносоводные селевые потоки формируются в селевых руслах с углами наклона от 1,5° до 12° и характеризуются плотностью от 1100 до 1800 кг/м³.

Предельная объемная концентрация твердой составляющей наносоводного селевого потока $S_т$ в расчетном створе определяется по формуле

$$S_т = 2{,}33 \sin\alpha, \qquad (3)$$

где α - угол наклона русла на участке длиной 300 м выше расчетного створа.

Максимальный расход $(Q_c)_{max}$ и объем W_c наносоводного селевого потока определяются по формулам

$$(Q_c)_{max} = \frac{Q_{max}}{1 - S_т}; \qquad (4)$$

$$W_c = \frac{W}{1 - S_т}, \qquad (5)$$

где $S_т$ - предельная объемная концентрация твердой составляющей селевого потока, определяемая по формуле (3); Q_{max} и

W - соответственно максимальный расход и объем водного паводка, вычисляемые согласно п.п. 7.8 - 7.9 настоящего приложения.

Плотность наносоводного селевого потока ρ_c определяется по формуле

$$\rho_c = \rho_в + S_т(\rho_т - \rho_в), \qquad (7.6)$$

где $\rho_т, \rho_в$ - соответственно плотность твердой составляющей потока и плотность воды; $S_т$ - то же что и в формуле(3).

Грязекаменные селевые потоки гляциального происхождения

II. Для расчета характеристик грязекаменных селевых потоков гляциального происхождения селевое русло (от наиболее крупного ледника до расчетного створа) разбивается на 10-20 характерных участков таким образом, чтобы примерно половина из них находилась на углах наклона свыше 6^0. Длина расчетного участка может изменяться от 300 до 2000 м.

12. Расчет производится последовательно по участкам с помощью графика 1 или 2. В зависимости от угла наклона участка (α) и плотности потока $\rho_в$, поступающего на расчетный участок (для первого участка $\rho_в^{вх}$ = 1000 кг/м^3) точка с координатами ($\alpha, \rho_в$) попадает в одну из первых трех областей графика 1 или 2:

а) в области I происходит увеличение плотности селевого потока до значений, определяемых линией АВ, характеристики селевого потока увеличиваются. Расчет их производится в соответствии с п. 13. настоящего приложения.

б) в области II происходит частичный распад селевого потока до значений плотности, определяемых линией АВ, характеристики селя уменьшаются. Расчет их производится в соответствии с п. 13

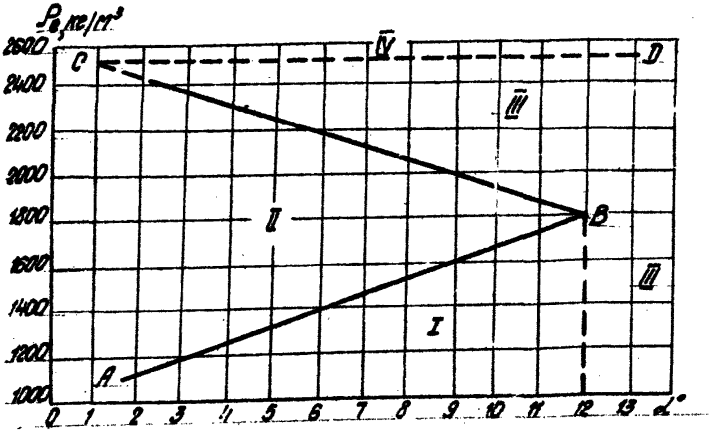


Рис. I. Зависимость между углом наклона селевого русла, при котором происходит распад селевой смеси с содержанием частиц размером 2 мм и меньше, составляющим менее 35%, и ее плотностью: I - область обогащения селевой смеси; II - область частичного распада селевой смеси; III - область обогащения селевой смеси; IУ - область истинного села.

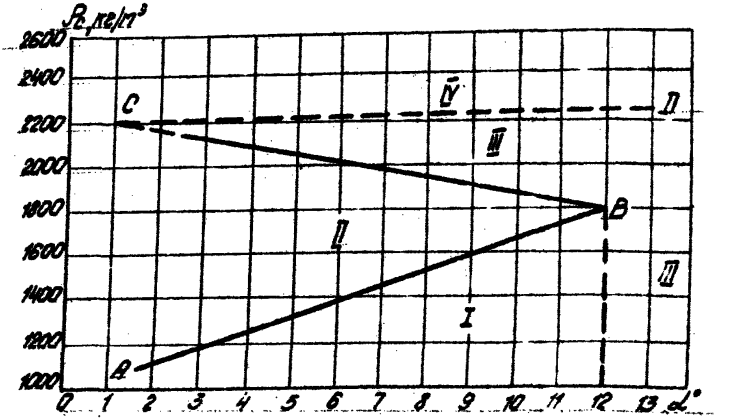


Рис. 2. Зависимость между углом наклона селевого русла, при котором не происходит распад селевой смеси с содержанием частиц размером 2 мм и меньше, составляющим более 35%, и ее плотностью. Обозначения I, II, III, IУ те же, что и на рис. I

настоящего Приложения ;

в) в области III может происходить как увеличение характеристик селевого потока (вследствие развития селевого процесса), так и уменьшение их (вследствие отложения части объема селевого потока по периметру русла за счет статического напряжения сдвига). Расчет производится в соответствии с п. 3.14 настоящего Приложения.

13. В области I и II графиков 3.1 или 3.2 расчет производится следующим образом.

Рассчитывается предельная объемная концентрация твердой составляющей селевого потока в конце расчетного участка S_{T_i} по формуле

$$S_{T_i} = 2{,}33 \sin\alpha_i \qquad (3.7)$$

где α_i - угол наклона i -го расчетного участка.

Рассчитывается максимальный расход $(Q_{c_i})_{max}$, объем W_{c_i} и плотность ρ_{c_i} селевого потока в конце расчетного участка по формулам

$$(Q_{c_i})_{max} = \frac{(Q_{c_{i-1}})_{max}\left[1 - S_{T_{i-1}}(1+\theta)\right]}{1 - S_{T_i}(1+\theta)}, \qquad (3.8)$$

$$W_{c_i} = \frac{W_{c_{i-1}}\left[1 - S_{T_{i-1}}(1+\theta)\right]}{1 - S_{T_i}(1+\theta)}, \qquad (3.9)$$

$$\rho_{c_i} = \rho_o + S_{T_i}(\rho_T - \rho_o), \qquad (3.10)$$

где $(Q_{c_{i-1}})_{max}$ и $W_{c_{i-1}}$ - соответственно максимальный расход и объем селевого потока в конце предыдущего участка; $S_{T_{i-1}}$ и S_{T_i} - предельная объемная концентрация твердой составляющей соответственно в конце предыдущего и расчетного участка; θ - влажность селеформирующего грунта, определяемая по таблице 3.1;

ρ_T и ρ_o те же, что и в формуле (3.6).

14. В области III графиков 3.1 или 3.2 расчет производится следующим образом.

По формулам (3.11) - (3.15) вычисляются характеристики

селевого потока в конце расчетного участка без учета отложения на этом участке части объема потока. По формулам (.16) - (.18) вычисляется объем отложений на участке, а по формулам (.19) - (.21) - итоговые характеристики потока в конце участка.

Максимальный расход селевого потока в конце расчетного участка Q_{c_i} (без учета отложений) определяется по формуле

$$Q_{c_i} = \left[I + 0{,}007 \left(I - \varepsilon + \theta \right) \sin\alpha_i \ell_i \frac{\vartheta_{i-1}}{y_i} \right] Q_{c_{i-1}} , \qquad (.11)$$

где ε, θ - соответственно пористость и объемная влажность грунта определяемые по таблице .1; α_i, ℓ_i - соответственно угол наклона и длина расчетного участка; y_i - показатель устойчивости грунта к эрозии, ϑ_{i-1} - показатель эродирующей способности селевого потока, поступившего на расчетный участок, определяемый по таблице .2 или .3; $Q_{c_{i-1}}$ - максимальный расход селевого потока, поступившего на участок (для первого участка принимается равным максимальному расходу селеформирующего паводка).

Показатель устойчивости грунта к эрозии y_i вычисляется по формуле

$$y_i = 0{,}3 n_i + (1 - n_i) \cdot A , \qquad (.12)$$

где A - коэффициент устойчивости грунта к эрозии, определяемый по таблице .1; n_i - коэффициент, учитывающий возможное обрушение бортов селевого русла, определяемый по таблице .5 в зависимости от расхода селевого потока, поступившего на участок и коэффициента формы русла K_p

$$K_p = \frac{B}{H_{cp}} , \qquad (.13)$$

где B и H_{cp} - ширина и средняя глубина селевого русла на расчетном участке при максимальной глубине, равной 10 м.

Плотность селевого потока ρ_c в конце расчетного участка

Таблица .I

Значения коэффициента устойчивости грунта к эрозии A, влажности θ и пористости ε различных селеформирующих грунтов

Категория грунта	Характеристика селеформирующих грунтов	A	θ	ε
I	Консолидированные грунты древних и современных морен	3,0	0,08	0,20
II	Делювиально-гравитационные грунты, накопившиеся в селевых руслах за межселевой период. Грунты первой категории расконсолидированные и накопившиеся на дне селевых русел в результате обрушений	2,0	0,08	0,20
III	Аллювиально-пролювиальные грунты	I,2	0,I0	0,25

Таблица 12

Показатель эродирующей способности селевого потока при различной плотности ρ_c (содержание частиц размером 2 мм и меньше в селеформирующем грунте составляет менее 35%)

ρ_c, кг/м³	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1000	1,00	1,02	1,04	1,06	1,09	1,11	1,13	1,16	1,18	1,20
1100	1,22	1,24	1,26	1,28	1,29	1,31	1,33	1,34	1,35	1,38
1200	1,38	1,40	1,41	1,42	1,45	1,44	1,45	1,46	1,47	1,48
1300	1,48	1,48	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,48	1,48	1,48
1400	1,47	1,46	1,48	1,45	1,45	1,44	1,44	1,43	1,42	1,42
1500	1,41	1,40	1,39	1,38	1,38	1,37	1,36	1,35	1,33	1,32
1600	1,31	1,29	1,28	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,21	1,20
1700	1,19	1.17	1,16	1,14	1,13	1,12	1,10	1,09	1,07	1,06
1800	1,04	1,03	1,01	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94	0,92	0,90
1900	0,89	0,88	0,86	0,84	0,83	0,81	0,80	0,78	0,77	0,75
2000	0,73	0,72	0,70	0,68	0,67	0,65	0,63	0,61	0,60	0,58
2100	0,56	0,55	0,53	0,51	0,49	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40
2200	0,39	0,38	0,36	0,35	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26	0,25
2300	0,24	0,22	0,21	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15	0,13	0,12
2400	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03
2500	0,02	0,02	0,01	0,00						

Таблица 3

Показатель эродирующей способности селевого потока при различной плотности ρ_c (содержание частиц размером 2 мм и меньше в селеформирующем грунте составляет более 35%)

ρ_c, кг/м³	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1000	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1100	0,98	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95
1200	0,95	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91
1300	0,91	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87
1400	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81
1500	0,81	0,79	0,78	0,78	0,77	0,76	0,74	0,73	0,72	0,72
1600	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61
1700	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48
1800	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37
1900	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,27	0,26	0,25
2000	0,24	0,23	0,22	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,14	0,13
2100	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
2200	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00					

Таблица 4

Приближенные значения статического напряжения сдвига селевой смеси при различных плотностях ρ_c и преобладающих породах в селеформирующих грунтах

порода	ρ_c, кг/м³	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
грани-стые слан-цы	2300	60	80	60	80	100	130	160	200	280	450
	2400	740	1400	3500	11000						
грани-ты	2400	60	60	60	60	75	100	160	235	500	950
	2500	1950	3300	6500							

Таблица 5

Коэффициент возможного обрушения бортов селевого русла n_i при различных значениях расхода селевого потока Q_{c_i} и коэффициента формы русла K_p

$K_p = \frac{B}{H_{ce}}$	$Q_{c_i} < 100$ м³/с	100 м³/с $\leq Q_{c_i} \leq$ 1000 м³/с	$Q_{c_i} > 1000$ м³/с
более 40	0,0	0,0	0,1
от 15 до 40	0,1	0,2	0,3
от 5 до 14	0,3	0,5	0,6
менее 5	0,6	0,7	0,8

определяется по формуле

$$\rho_{c_i} = \frac{\rho_{c_{i-1}} + M \sin\alpha_i \cdot l_i \frac{\vartheta_{i-1}}{y_i}}{1 + N \sin\alpha_i \cdot l_i \frac{\vartheta_{i-1}}{y_i}}, \qquad (14)$$

где $\rho_{c_{i-1}}$ – плотность селевого потока, поступившего на участок (для первого участка принимается равной плотности воды);

M,N – коэффициенты (M = 15,4, N = 0,00616 для грунтов I и II категории (таблица 1) и M = 14,6, N = 0,00595 для грунтов III категории); остальные обозначения те же, что в формуле (11).

Объем селевого потока в конце расчетного участка W_{c_i} (без учета отложений) определяется по формуле

$$W_{c_i} = \left[1 + 0{,}007\,(1 - \varepsilon + \theta)\sin\alpha_i l_i \frac{\vartheta_{i-1}}{y_i}\right] W_{c_{i-1}}, \qquad (15)$$

где $W_{c_{i-1}}$ – объем селевого потока, поступившего на расчетный участок (для первого участка принимается равным объему селеформирующего паводка); остальные обозначения те же, что в формуле (11).

Для расчета объема отложений на участке вычисляется их высота h_{c_i} по формуле

$$h_{c_i} = \frac{\tau_{o_i}}{\rho_{c_i} g \sin\alpha_i}, \qquad (16)$$

где τ_{o_i} - статическое напряжение сдвига вещества селевого потока, определяемое по таблице 4; g - ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с^2; остальные обозначения те же, что в формулах(II), (I4).

Если высота слоя отложений h_{o_i} менее 0,1 м, то объем отложений принимается равным нулю и производится расчет характеристик селя для следующего участка.

Если высота слоя отложений h_{o_i} более 0,1 м, то производится расчет объема отложений на участке по формуле

$$\Delta W_{c_i} = C_i h_{c_i} \chi_i \mathcal{L}_i , \qquad (I7)$$

где χ_i, $\mathcal{L}_i$ - соответственно смоченный периметр характерного сечения и длина расчетного участка; C_i - коэффициент формы русла, вычисляемый по формуле

$$C_i = 0{,}1\sqrt{\frac{B}{\bar{H}_c}}, \quad C_i < 1 \qquad (I8)$$

где B и $\bar{H}_c$ - соответственно ширина и средняя высота селевого потока на расчетном участке.

Значения $\chi_i, B, \bar{H}_c$ определяются гидравлическим расчетом по значению максимального расхода селевого потока и его скорости, определяемой в соответствии с п. 20 настоящих Рекомендаций.

Если угол наклона селевого русла менее 6° и средняя глубина селевого потока меньше диаметра частиц, соответствующего 80% обеспеченности по полной кривой гранулометрического состава селеформирующего грунта d_{80}, то принимается слой отложений численно равный этому диаметру.

Объем селевого потока (с учетом отложений) W'_{c_i} в конце расчетного участка определяется по формуле

$$W'_{c_i} = W_{c_i} - \Delta W_{c_i} , \qquad (I9)$$

где W_{c_i} - объем селевого потока в конце расчетного участка (без учета отложений), рассчитанный по формуле (I5);

ΔW_{c_i} - объем отложений на участке.

Максимальный расход селевого потока (с учетом отложений) Q'_{c_i} в конце расчетного участка вычисляется по формуле

$$Q'_{c_i} = \frac{2W'_{c_i}}{T_c}, \qquad (20)$$

где T_c - продолжительность селевого потока, вычисляемая по формуле

$$T_c = \frac{2W}{Q_{max}}, \qquad (21)$$

где W, Q_{max} - объем и максимальный расход прорывного паводка, вычисленный в соответствии с п. 3.9 настоящего приложения. Если плотность селевого потока на последнем участке превышает 1800 кг/м^3, то максимальный расчетный расход потока в расчетном створе определяется путем умножения величины Q'_{c_i}, вычисленной по формуле (3.20), на коэффициент валообразования, принимаемый равным:

2,5 при расходе селя Q'_{c_i} менее 1000 м^3/с;

2,0 при расходе селя равном и более 1000 м^3/с.

Если плотность селевого потока на последнем участке менее 1800 кг/м^3, коэффициент валообразования принимается равным 1.0.

Пример к п.п. 14 - 14. Требуется рассчитать характеристики грязекаменного селевого потока гляциального происхождения в бассейне р. Большая Алматинка, в створе - 400 м ниже впадения р. Тересбутак (хр. Заилийский Алатау).

Исходные данные: продольный профиль от наиболее крупного в селевом бассейне ледника Советов до расчетного створа; профили поперечного сечения селевого русла; площадь ледника равна 1,9 км^2; содержание частиц размером 2 мм и менее в селеформирующем грунте равно 20%.

Рассчитываются максимальный расход Q_{max} и объем W паводка, который может сформироваться при прорыве моренного озера, по формулам (3.1) и (3.2).

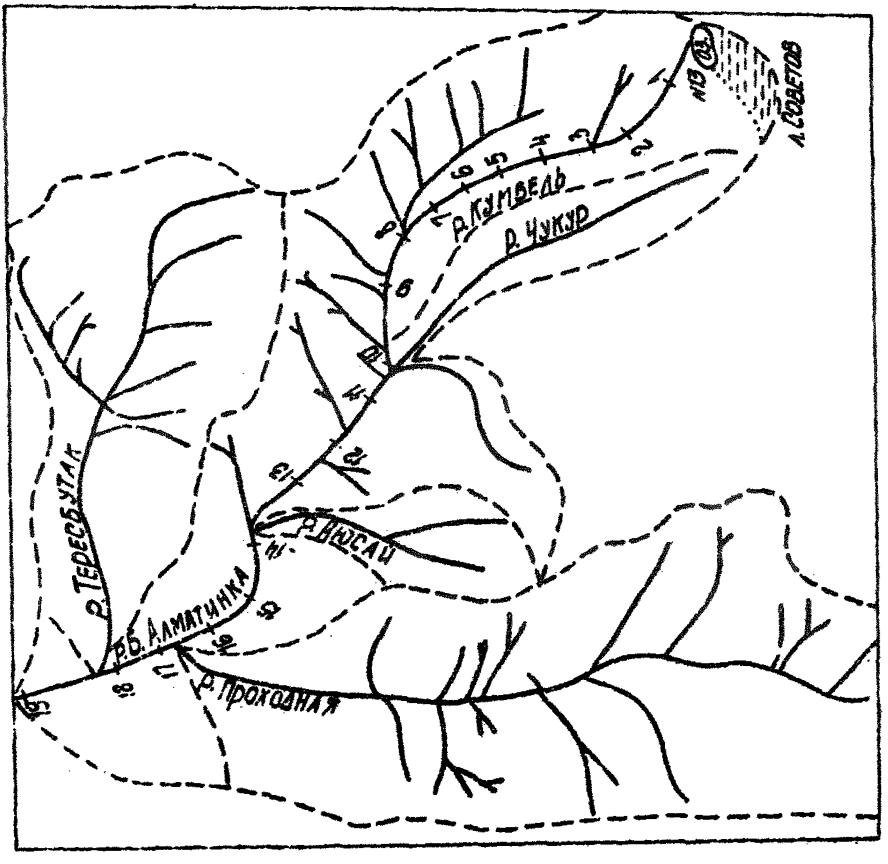


Рис. 3. Схема бассейна р.Большая Алматинка.

- Водораздел

- расчетный участок

- селевое русло

$$Q = 220\,(F - 0{,}5)^{0{,}8} = 220\,(1{,}9 - 0{,}5)^{0{,}8} = 288\ м^3/с$$

$$W = 0{,}31\,(F - 0{,}5)\cdot 10^6 = 0{,}3\,(1{,}9 - 0{,}5)\cdot 10^6 = 434000\ м^3$$

Продольный профиль селевого русла разбивается на 19 характерных расчетных участков в соответствии с указаниями п. 11 настоящего **приложения**.

По таблице 1 определяются значение пористости ε и влажности θ грунта для участков селевого русла с различной категорией грунтов. На участках 1-5 грунты относятся к первой категории ($A_1 = 3{,}0$; $\varepsilon_1 = 0{,}2$; $\theta_1 = 0{,}08$), на участках 6 - 10 - ко второй категории ($A_2 = 2{,}0$; $\varepsilon_2 = 0{,}2$; $\theta_2 = 0{,}08$), на участках 11-19 - к третьей категории ($A_3 = 1{,}2$; $\varepsilon_3 = 0{,}25$; $\theta_3 = 0{,}10$).

Для каждого из расчетных участков рассчитываются показатели устойчивости грунта к эрозии по формуле (12). С учетом категории грунта, для 1-5 участков показатель устойчивости грунта к эрозии равен:

при $\frac{B}{H_{ср}} > 40$ и $Q_{c_i} < 1000\ м^3/с$

$$y_1 = 0{,}3n_1 + (1 - n_1)A_1 = 0{,}3\cdot 0 + (1 - 0)\ 3{,}0 = 3{,}0$$

Для 6-10 расчетных участков при $A_2 = 2{,}0$ и $\frac{B}{H_{ср}} < 5$;

а) при $Q_{c_i} < 1000\ м^3/с$

$$y_2 = 0{,}3n_2 + (1 - n_2)A_2 = 0{,}3\cdot 0{,}7 + (1 - 0{,}7)\ 2{,}0 = 0{,}81$$

б) при $Q_{c_i} > 1000\ м^3/с$

$$y_3 = 0{,}3n_3 + (1 - n_3)A_2 = 0{,}3\cdot 0{,}8 + (1 - 0{,}8)\ 2{,}0 = 0{,}64$$

Для 11-19 расчетных участков, при $A_3 = 1{,}2$ и $Q_{c_i} > 1000\ м^3/с$;

при $15 < \frac{B}{H_{ср}} < 40$

$$y_4 = 0{,}3n_4 + (1 - n_4)A_3 = 0{,}3\cdot 0{,}3 + (1 - 0{,}3)\ 1{,}2 = 0{,}93$$

Результаты дальнейших расчетов сведены в таблицу 6

Расчет характеристик селевого потока на I-ом расчетном участке производится в соответствии с указаниями п. I4 настоящего **приложения**, т.к. угол наклона участка (α) и плотность потока (ρ_c) таковы, что точка с координатами (α, ρ_o) попадает в область III зависимости, приведенной на рис. I.

Для I-го участка ρ_c = I000 кг/м^3; ϑ_o = I,0, расход и объем потока равен расходу и объему прорывного паводка.

Максимальный расход (без учета отложений) и объем селевого потока в конце I-го участка рассчитываются по формулам (.II и (I5).

$$Q_{c_1} = \left[1 + 0{,}007\ (\ 1 - \varepsilon + \theta)\sin\alpha_1 \ell_1 \frac{\vartheta_o}{y_1}\right] Q_{max} =$$

$$= \left[1 + 0{,}007\ (\ 1 - 0{,}2 + 0{,}08\ )\ 0{,}2207 \cdot 300 \cdot \frac{1}{3{,}0}\right] 288 =$$

$$= 327 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$W_{c_1} = \left[1 + 0{,}007\ (\ 1 - \varepsilon + \theta)\sin\alpha_1 \ell_1 \frac{\vartheta_o}{y_1}\right] W =$$

$$= \left[1 + 0{,}007\ (\ 1 - 0{,}2 + 0{,}08\ )\ 0{,}2207 \cdot 300 \cdot \frac{1}{3{,}0}\right] 434 \cdot 10^3 \text{ м}^3 =$$

$$= 493 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

Плотность селевого потока рассчитывается по формуле (..I4)

$$\rho_{c_1} = \frac{\rho_o + M\sin\alpha\,\ell\,\frac{\vartheta_o}{y_1}}{1 + N\sin\alpha\,\ell\,\frac{\vartheta_o}{y_1}} = \frac{1000 + 15{,}4 \cdot 0{,}2207 \cdot 300 \cdot \frac{1}{3{,}0}}{1 + 0{,}00616 \cdot 0{,}2207 \cdot 200 \cdot \frac{1}{3{,}0}} = 1180 \text{ кг/м}^3$$

Расчет характеристик селевого потока на 2-ом участке производится в соответствии с указаниями п. I3 настоящего **приложения** т.к. угол наклона участка (α) и плотность селевого потока ρ_c) таковы, что точка с координатами (α, ρ_c) попадает в область I графика I. При этом происходит насыщение потока твердой составляющей. Плотность селевого потока в конце 2-го участка рассчитывается по формуле (I0).

$$\rho_{c_2} = \rho_o + \delta_{T_2}(\rho_T - \rho_o) = 1000 + 0{,}41\ (\ 2650 - 1000\ ) = 1676 \text{кг/м}^3$$

Максимальный расход и объем селевого потока на 2-ом участке

Таблица 6

Результаты расчета характеристик селевого потока гляциального происхождения в бассейне р.Большая Алматинка в створе 400 м ниже впадения р.Тересбутак

NN уч-ка	ℓ, м	$\sin\alpha$	$\ell \times \sin\alpha$	Q_c, $м^3/с$	ρ_c, $кг/м^3$	э	э/у	W_c, 10^3 $м^3$
				288	I000	I,0	0,33	434
I	300	0,2207	66,2	327	II80			493
2	940	C,I750	I64,5	5I7	I676	I,22	0,4I	780
3	500	0.2770	I38,5	698	I890	0,90	0,30	I053
4	720	0,2I75	I56,6	900	2022	0,70	0,20	I355
5	870	0,II40	99,2	420	I445	I,44	I,78	632
6	360	0,3440	I23,8	993	205I	0,65	0,80	I496
7	390	0,33II	I29,I	I625	2225	0,36	0,56	2447
8	5I0	0,2520	I28,5	2345	23I0	0,22	0,34	3532
9	500	0,2I05	I05,2	2862	2344	0,I8	0,28	43I0
I0	300	0,I872	I68,5	3693	2379	0,I3	0,I4	5562
II	450	0,I2I0	54,4	3860	2382	0,I3	0,I4	58I4
I2	I000	0,0958	95,8	4035	2385	0,I2	0,I3	608I
I3	II00	0,0900	99,0	4344	2390	0,I2	0,I3	6546
I4	I300	0,0830	I07,9	4706	2395	0,I2	0,I3	7092
I5	700	0,0620	43,4	4864	2397	0,II	0,I2	7330
I6	600	0,0924	55,4	5057	2399	0,II	0,I2	762I
I7	850	0,0942	80,I	5346	2402	0,II	0,I2	8056
I8	800	0,0638	5I,0	554I	2404	0,II	0,I2	8350
I9	I400	0,0560	78,0	5849	2407	0,I0	0,II	88I4

рассчитываются по формулам (.8), (.9).

$$Q_{c_2} = \frac{Q_{c_1}\left[1 - S_{T_1}(1+\theta)\right]}{1 - S_{T_2}(1+\theta)} = \frac{327\left[1 - 0{,}11\,(1+0{,}08)\right]}{1 - 0{,}41\,(1+0{,}08)} = 517\ м^3/с$$

$$W_{c_2} = \frac{W_{c_1}\left[1 - S_{T_1}(1+\theta)\right]}{1 - S_{T_2}(1+\theta)} = \frac{493\cdot10^3\left[1 - 0{,}11\,(1+0{,}08)\right]}{1 - 0{,}41\,(1+0{,}08)} = 780\cdot10^3\ м^3$$

При прохождении селевым потоком 3, 4, 6 - I9 расчетных участков углы наклона (α) и плотности селевого потока (ρ_c), поступающего на расчетный участок таковы, что точка с координатами (α, ρ_c) попадает в область III графика I.

Расчет характеристик селевого потока производится в соответствии с указаниями п. I4 настоящего приложения и аналогичен расчету, проведенному для I-го участка.

При прохождении селевым потоком 5-го расчетного участка происходит его частичный распад, т.к. точка с координатами (α, ρ_c) попадает в область II графика I. Расчет характеристик селевого потока на этом участке производится в соответствии с указаниями п. I3 настоящего приложения. Концентрация твердой составляющей в конце 5-го участка рассчитывается по формуле (.7)

$$S_{T_5} = 2{,}33 \sin\alpha_5 = 2{,}33 \cdot 0{,}1140 = 0{,}27$$

Плотность селевого потока рассчитывается по формуле (I0)

$$\rho_{c_5} = \rho_0 + S_{T_5}(\rho_T - \rho_0) = 1000 + 0{,}27\,(2650 - 1000) = 1445\ кг/м^3$$

Максимальный расход и объем селевого потока на 5-ом участке рассчитывается по формулам (.8), (9).

$$Q_{c_5} = \frac{Q_{c_4}\left[1 - S_{T_4}(1+\theta)\right]}{1 - S_{T_5}(1+\theta)} = \frac{900\left[1 - 0{,}62\,(1+0{,}08)\right]}{1 - 0{,}27\,(1+0{,}08)} = 420\ м^3/с$$

$$W_{c_5} = \frac{W_{c_4}\left[1 - S_{T_4}(1+\theta)\right]}{1 - S_{T_5}(1+\theta)} = \frac{1355\cdot10^3\left[1 - 0{,}62\,(1+0{,}08)\right]}{1 - 0{,}27\,(1+0{,}08)} = 632\cdot10^3\ м^3$$

Для каждого расчетного участка определяется объем возможных отложений в соответствии с указаниями п. I4 настоящего приложения. На всех участках объем отложений равен нулю.

Характеристики селевого потока в расчетном створе равны: максимальный расход с учетом коэффициента валообразования $(Q_c)_{max} = 2,0 \cdot Q_{c_{ср}} = 2,0 \cdot 5849 = 11,7 \cdot 10^3 м^3/с$, объем $W_c = 8,8 \cdot 10^6 м^3$, плотность $\rho_c = 2407$ кг/м^3.

Грязекаменные селевые потоки ливневого происхождения

I5. В селевом бассейне, ограниченном расчетным створом, выделяются селевые русла, имеющие участки с углами наклона более 12^0 на участке длиной 300 м и более. На продольных профилях этих русел определяются "критические створы", являющиеся верхними створами селевых русел, ниже которых участки с уклонами более 12^0 отсутствуют.

Выбирается основное селевое русло, которое характеризуется наибольшим значением соотношения:

$$\frac{\ell \cdot \sin\alpha \, Q_{max}}{y}, \qquad (22)$$

где α, ℓ - соответственно средний угол наклона и длина селевого русла до расчетного створа; y - показатель устойчивости грунта к эрозии (средневзвешенный по длине селевого русла), вычисляемый по формуле (I2) при значении $n = 0,5$; Q_{max} - максимальный водный расход заданной обеспеченности в "критическом створе".

Для всех "критических створов" рассчитываются максимальные расходы воды $Q_{кс}$ в соответствии с п. 8 настоящего приложения и критические селеобразующие расходы $Q_{кр}$ м^3/с определяемые по формуле

$$Q_{кр} = \frac{5\, d_{80}^{2,67} \cdot \sin\alpha^{0,17}}{tg\alpha}, \qquad (23)$$

где d_{80} - размер фракции 80% обеспеченности по полной кривой гранулометрического состава селеформирующего грунта, м; α - угол наклона селевого русла на участке длиной 300 м выше "критического створа".

В руслах, где величина максимального водного расхода в "критическом створе" $Q_{кс}$ превышает критический расход $Q_{кр}$, возможно формирование грязекаменных селевых потоков.

Примечание. Если это условие не соблюдается ни для одного селевого русла, формирование грязекаменных селевых потоков при заданной обеспеченности паводка невозможно и дальнейший расчет сводится к определению расчетных характеристик наносоводного селевого потока в соответствии с п. 10 настоящего приложения.

16. Расчет характеристик грязекаменного селевого потока при $Q_{кс} > Q_{кр}$ по расчетным участкам основного селевого русла до расчетного створа производится в следующем порядке.

Основное селевое русло разбивается на расчетные участки в соответствии с п. 11 настоящего приложения. Начало селевого русла определяется в соответствии с п. 18.

Определяются максимальные расходы и объемы притока воды на каждом участке в соответствии с п. 17.

Определяются максимальные расходы и объемы грязекаменных селевых потоков из боковых селевых русел в соответствии с п. 18 настоящего приложения.

В соответствии с п.п. 12 - 14 настоящего приложения производится расчет характеристик селевого потока по расчетным

участкам основного селевого русла. При этом к рассчитанному по формулам (.II), (I5) значениям максимального расхода и объема селевого потока в конце каждого расчетного участка прибавляются максимальные расходы и объемы притока воды и грязекаменных селевых потоков из боковых притоков на этом участке (для первого участка расход и объем селевого потока равны расходу и объему водного паводка заданной обеспеченности в начале основного селевого русла). Полученные величины принимаются за исходные для расчета следующего участка.

Плотность потока в конце участка вычисляется по формуле

$$\rho_{c_i} = \frac{\rho'_{c_i} \cdot Q'_{c_i} + \rho_в Q_{вр_i} + \rho_c Q_{c_i}}{Q'_{c_i} + Q_{вр_i} + Q_{c_i}}, \qquad (\ .24\ )$$

где $Q'_{c_i}, Q_{вр_i}, Q_{c_i}$ – соответственно расход селевого потока в конце расчетного участка без учета приточности, максимальный расход притока воды на участке, суммарный максимальный расход боковых селевых потоков , впадающих на участке; $\rho'_{c_i}, \rho_в, \rho_c$ – соответственно плотность селевого потока в конце расчетного участка без учета приточности, плотность воды, средняя плотность селевых потоков боковых притоков, впадающих на участке.

Рассчитывается гидрограф водного паводка заданной обеспеченности в "критическом створе" в соответствии с п. .8 настоящего приложения. Продолжительность селевого потока T_c принимается равной продолжительности водного паводка с расходом выше критического.

В качестве расчетных характеристик селевого потока принимаются его объем и плотность в конце последнего участка, а максимальный расчетный расход, с учетом коэффициента валообразования вычисляется в соответствии с п.I4.

I7. Максимальные расходы воды в "критических створах" селевых русел определяются следующим образом. Основное селевое русло (от "критического створа" до расчетного створа) разбивается на расчетные участки в соответствии с п. .II настоящего приложения. Рассчитываются значения максимальных расходов воды заданной обеспеченности с площадей водосборов, замыкаемых нижними створами расчетных участков, а также "критическим створом" основного селевого русла.

Рассчитываются максимальные расходы воды в "критических створах" $Q_{кс}$ селевых русел боковых притоков по формуле

$$Q_{кс} = \frac{(Q_i - Q_{i-1}) F_к}{F_i - F_{i-1}}, \qquad (\ .25)$$

где Q_i и Q_{i-1} - максимальные расходы воды в конце и начале расчетного участка основного русла, на который выходит боковое селевое русло. $F_к$ - площадь водосбора, замыкаемая "критическим створом"; F_i и F_{i-1} - площади водосборов, замыкаемые концом и началом расчетного участка основного русла.

Средний расход воды в "критических створах" $\bar{Q}_{кс}$ принимается равным половине максимального, вычисленного по формуле (.25.)

Объем ливневого паводка в "критическом створе" равен произведению его среднего расхода на продолжительность селевого потока $T_с$, которая равна продолжительности водного паводка с расходом выше критического с водосбора основного селевого русла выше "критического створа".

Максимальный расход $Q_{пр_i}$ и объем притока воды на i -ом расчетном участке основного селевого русла $W_{пр_i}$ (при отсутствии боковых селевых русел) определяются по формулам

$$Q_{пр_i} = Q_i - Q_{i-1}, \qquad (\ .26)$$

$$W_{пр_i} = 0{,}5\, Q_{пр_i} T_с \qquad (\ .27)$$

где Q_i и Q_{i-1} - соответственно максимальные расходы воды в конце и начале расчетного участка; T_c - продолжительность селевого потока.

Максимальный расход $Q_{пр_i}$ притока воды на i -ом расчетном участке основного селевого русла (при наличии боковых селевых русел) определяется по формуле

$$Q_{пр_i} = Q_i - Q_{i-1} - Q_{нс}, \quad (28)$$

где $Q_{нс}$ - максимальный расход паводка в "критических створах" боковых селевых русел; остальные обозначения те же, что и в формуле (.26). Объем притока воды на i-ом участке вычисляется по формуле (.27).

I8. Для боковых селевых русел, в которых $Q_{нс} > Q_{кр}$ производится расчет характеристик грязекаменных селевых потоков по упрощенной методике в соответствии с п. 22.

.. За начало селевого русла принимается самый верхний створ, замыкающий площадь водосбора, водный расход с которой равен критическому значению для рассматриваемого створа.

Определяется максимальный расход, объем и плотность селевых потоков боковых селевых русел в створах их впадения в основное русло. При этом в формулы (.36), (.37) подставляются величины максимального расхода и объема паводка в "критических створах", вычисляемые в соответствии с п. I7.

.. Коэффициент залесенности в формуле (.36) принимается равным I,0.

.I9. В некоторых районах СССР (хр. Хамар-Дабан, хр. Сихотэ-Алинь, Карпаты) грязекаменные селевые потоки ливневого происхождения формируются за счет поверхностных (на глубину I-2 м) оползней, при этом их объемы и расходы могут превышать вычисленные по методике, приведенной в п.п. .I5 - .I8.

Ориентировочные значения максимальных расходов и объемов селевых потоков для наибольших по площади селевых бассейнов, на которых возможно формирование селевых потоков данного типа, приведены в таблице 7. Плотность селевого потока принимается равной 2300 кг/м^3.

Характеристики селевых потоков, формирующихся в селевых бассейнах с площадью меньшей, чем в таблице 7, уменьшаются пропорционально их площадям Максимальный расход $(Q_c)_{max}$ и объем W_c селевого потока в этом случае рассчитываются по формулам

$$(Q_c)_{max} = \frac{(Q_c)'_{max} \cdot F}{F'}; \qquad (29)$$

$$W_c = \frac{W'_c \cdot F}{F'}, \qquad (30)$$

где F – площадь селевого бассейна, выше расчетного створа;

F' – наибольшая площадь селевого бассейна, на которой формируются селевые потоки с максимальным расходом ($(Q_c)'_{max}$ и объемом W'_c (табл. 7).

Таблица 7

Максимальные расходы и объемы грязекаменных селевых потоков ливневого происхождения, формирующиеся за счет поверхностных оползней

Район	Наибольшая площадь селевого бассейна, на которой формируется селевой поток F', км^2	Максимальный расход селевого потока $(Q_c)'_{max}$, м^3/с	Объем селевого потока W'_c, тыс.м^3
Карпаты	2	450	100
хр. Сихотэ-Алинь	10	500	150
хр. Хамар-Дабан	20	800	200

В замыкающих створах селевых бассейнов, площадь которых превышает приведенную в таблице .7 , формируются наносоводные селевые потоки, расчет характеристик которых производится в соответствии с п. .I0 настоящего приложения .

Пример 2. к п.п. .I5 - .I8. Требуется рассчитать характеристики грязекаменного селевого потока, вызванного ливневым паводком с вероятностью превышения I%, в створе р. Большая Алматинка - 400 м ниже впадения р. Тересбутак (хр. Заилийский Алатау).

Исходные данные: карта масштаба I:25000, профили поперечных сечений селевых русел, d_{80} = 0,7 м, содержание частиц размером 2 мм и менее в селеформирующем грунте равно 20%.

В селевом бассейне р. Большая Алматинка выше расчетного створа выделяются селевые русла, имеющие участки с углами наклона более I2° на длине не менее 300 м. Всего выделено 48 селевых русел (рис. .3). Для этих русел определяются "критические створы" и площади водосборов их замыкающие.

Для всех "критических створов" рассчитываются максимальные расходы воды заданной обеспеченности по СНиП 2.0I.I4-83 в соответствии с п. 8.

Выбирается основное селевое русло, которое характеризуется наибольшим значением параметра Z , вычисляемого по формуле (22). Значение параметра Z для селевого русла № 27 (р. Кумбельсу) оказалось наибольшим

$$Z = \frac{12950 \cdot 0{,}135 \cdot 39{,}9}{1{,}72} = 40555$$

Уточняется положение начала основного селевого русла согласно п.I8.

Основное селевое русло разбивается на I7 расчетных участков (морфометрические характеристики участков приведены в колонках 2 - 4 таблиц 8, 9.

Таблица 8

Результаты расчета характеристик грязекаменного селевого потока, вызванного ливневым паводком с вероятностью превышения 1%, в створе р.Большая Алматинка – 400 м ниже впадения р.Тересбутак

N	ℓ, м	$\sin\alpha$	$\ell \sin\alpha$	Q_i, м³/с	Q'_c, м³/с	Q_e, м³/с	ρ_{ci}, кг/м³	ϑ_i	ψ_i	ϑ_i/ψ_i	Q_{ci}, м³/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				11,2			1000	1,0	3,0	0,33	11,2
1	500	0,2770	138,5	3,00	14,4		1275	1,46	3,0	0,49	17,4
2	722	0,2175	156,6	3,40	25.6		1590	1,33			28,9
3	870	0,1140	99,2	8,50	22,3		1343	1,49	0,81	1,84	30,8
4	360	0,3440	123,8	0,50	79,6		2013	0,72	0,81	0,89	80,1
5	320	0,3311	120,1	0,60	135		2215	0,37	0,81	0,46	136
6	510	0,2520	128,5	1,30	186		2284	0,26	0,81	0,32	187
7	500	0,2105	105,2	3,50	226	107	2277	0,27	0,81	0,33	336
8	900	0,1872	166,5	1,40	450	68,0	2325	0,21	1,02	0,21	519
9	450	0,1210	54,5	5,70	554		2321	0,21	1,02	0,21	560
10	1000	0,0958	95,8	6,50	627		2321	0,21	1,02	0,21	634
11	1100	0,0900	99,0	2,05	712		2334	0,19	1,02	0,19	714
12	1300	0,0830	108,0	4,80	801	59,2	2339	0,18	1,02	0,18	865
13	700	0,0620	43,4	1,60	905		2342	0,18	1,02	0,18	907
14	600	0,0924	55,4	3,10	961		2344	0,18	1,02	0,18	964
15	850	0,0942	80,1	2,30	1047	456	2357	0,16	0,93	0,17	1505
16	800	0,0638	51,0	2,80	1583		2360	0,16	0,93	0,17	1586
17	1400	0,0560	78,0	20,4	1711		2352	0,17	0,93	0,18	1731

Таблица 9

Результаты расчета характеристик грязекаменного селевого потока, вызванного ливневым паводком с вероятностью превышения I%, в створе р.Большая Алматинка – 400 м ниже впадения р.Терсбутак

N	ℓ, м	sinα	ℓ sinα	$W_i \cdot 10^3 м^3$	$W_{ci} \cdot 10^3 м^3$	$W_c \cdot 10^3 м^3$	P_{ci} кг/м^3	ϑ_i	φ_i	ϑ_i/φ_i	W_{ci} $10^3 м^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				72,2			I000	I,0	3,0	0,3	72,2
I	500	0,2770	I38,5	I9,4	92,7		I275	I,46	3,0	0,49	II2
2	720	0,2I75	I56,6	2I,9	I65		I590	I,33			I86
3	870	0,II40	99,2	54,8	I44		I343	I,49	0,8I	I,84	I98
4	360	0,3440	I23,8	3,22	5I3		20I3	0,72	0,8I	0,89	5I6
5	390	0,33II	I29,I	6,45	87I		22I5	0,37	0,8I	0,46	877
6	5I0	0,2520	I28,5	8,38	I200		2284	0,26	0,8I	0,32	I208
7	500	0,2I05	I05,2	22,6	I46	690	2277	0,27	0,8I	0,33	2I69
8	900	0,I872	I66,5	9,03	2902	439	2325	0,2I	I,02	0,2I	3350
9	450	0,I2I0	54,5	36,8	3573		232I	0,2I	I,02	0,2I	36I0
I0	I000	0,0953	95,8	4I,9	4044		232I	0,2I	I,02	0,2I	4086
II	II00	0,0900	90,0	I3,2	4592		2334	0,I9	I,02	0,I9	4605
I2	I300	0,0830	I08,0	3I,0	5I66	382	2339	0,I8	I,02	0,I8	5579
I3	700	0,0620	43,4	I0,3	5837		2342	0,I8	I,02	0,I8	5847
I4	600	0,0924	55,4	20,0	6I98		2344	0,I8	I,02	0,I8	62I8
I5	850	0,0942	80,I	I4,8	6753	294I	2357	0,I6	0,93	0,I7	9709
I6	800	0,0638	5I,0	I8,I	I02I0		2360	0,I6	0,93	0,I7	I0228
I7	I400	0,0560	78,0	I32	II036		2352	0,I7	0,93	0,I8	III68

Рассчитываются максимальные расходы и объемы притока воды на каждом участке в соответствии с п. I7 настоящего приложения по формуле (26). Результаты расчетов приведены в колонке 5 таблиц 8, 9.

Для "критических створов" селевых русел рассчитываются максимальные расходы воды по формуле (25) и критические селеобразующие расходы $Q_{кр}$, определяемые по формуле (23).

В бассейне р. Большая Алматинка в 7-ми руслах величина максимального водного расхода превышает критический расход, т.е. в них возможно формирование грязекаменных селевых потоков.

Рассчитываются максимальные расходы и объемы селевых потоков из боковых селевых русел в соответствии с п. I8 настоящего приложения по упрощенной методике. Результаты расчетов приведены в колонке 7 таблиц 8, 9.

По таблице I определяются значения пористости ε и влажности грунта θ для расчетных участков основного селевого русла с различной категорией грунтов. На участках I - 3 грунты относятся к первой категории ($A_1 = 3,0$; $\varepsilon_1 = 0,2$; $\theta_1 = 0,08$), на участках 3 - 8 - ко второй категории ($A_2 = 2,0$; $\varepsilon_2 = 0,2$; $\theta_2 = 0,08$), на участках 9 - I7 к третьей категории ($A_3 = I,2$; $\varepsilon_3 = 0,25$; $\theta_3 = 0,I0$).

Для каждого участка рассчитываются показатели устойчивости грунта к эрозии по формуле I3.

Для I - 3 участков при $\frac{B}{H_{ср}} > 40$ и $Q_{c_i} < I000$ м^3/с.

$$y_1 = 0,3 n_1 + (1 - n_1) A_1 = 0,3 \cdot 0 + (I - 0) 3,0 = 3,0$$

Для 3 - 8 участков при $\frac{B}{H_{ср}} < 5$ и $Q_{c_i} < I000$ м^3/с.

$$y_2 = 0,3 n_2 + (1 - n_2) A_2 = 0,3 \cdot 0,7 + (I - 0,7) \cdot 2 = 0,8I$$

Для 8 - I7 участков при $I5 < \frac{B}{H_{ср}} < 40$ и $Q_{c_i} < I000$ м^3/с.

$$y_3 = 0,3 n_3 + (1 - n_3) A_3 = 0,3 \cdot 0,2 + (I - 0,2) \cdot I,2 = I,02$$

при $Q_{c_i} > I000$ м^3/с.

$$\psi_4 = 0{,}3 n_4 + (1 - n_4) A_3 = 0{,}3 \cdot 0{,}3 + (1 - 0{,}3)\ 1{,}2 = 0{,}93$$

Расчет характеристик селевого потока на I-ом расчетном участке производится в соответствии с указаниями п. I4 настоящего приложения, т.к. угол наклона участка (α) и плотность потока (ρ_c) таковы, что точка с координатами (α, ρ_c) попадает в область III зависимости, приведенной на рис. I. Для I-го участка ρ_c = I000 кг/м^3; ϑ = I,0; расход и объем потока равны расходу и объему водного паводка заданной обеспеченности в начале основного селевого русла.

Объем ливневого паводка равен произведению его среднего расхода на продолжительность селевого потока T_c, которая равна продолжительности водного паводка с расходом выше критического в водосбора основного селевого русла выше "критического створа", T_c = I2900 с.

Максимальный расход и объем селевого потока в конце I-го участка рассчитываются по формулам (II) и (I5).

$$Q_{c_1} = \left[1 - 0{,}007(1 - \varepsilon + \theta) \sin\alpha_1 \ell_1 \frac{\vartheta}{\psi}\right] Q_1 =$$

$$= \left[1 - 0{,}007(1 - 0{,}2 + 0{,}08) \cdot 0{,}2770 \cdot 500 \cdot \frac{1}{3{,}0}\right] 11{,}2 = 11{,}4 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$W_{c_1} = \left[1 + 0{,}007(1 - \varepsilon + \theta) \cdot \sin\alpha_1 \ell_1 \cdot \frac{\vartheta}{\psi_1}\right] W_1 =$$

$$= \left[1 + 0{,}007(1 - 0{,}2 + 0{,}08) \cdot 0{,}2770 \cdot 500 \cdot \frac{1}{3{,}0}\right] 72{,}2 = 92{,}7 \text{ м}^3$$

Плотность селевого потока в конце расчетного участка определяется по формуле (I4).

$$\rho_{c_1} = \frac{\rho_0 + M \sin\alpha_1 \ell_1 \frac{\vartheta}{\psi}}{1 + N \sin\alpha_1 \ell_1 \frac{\vartheta}{\psi_1}} = \frac{1000 + 15{,}4 \cdot 0{,}2770 \cdot 500 \cdot \frac{1}{3{,}0}}{1 + 0{,}00616 \cdot 0{,}2770 \cdot 500 \cdot \frac{1}{3{,}0}} = 1332 \text{ кг/м}^3$$

Плотность селевого потока в конце первого расчетного участка с учетом боковой приточности рассчитывается по формуле (24)

$$\rho_{c_1} = \frac{\rho_1' Q_{c_1}' + \rho_0 Q_1 + \rho_0 Q_{c_1}}{Q_{c_1}' + Q_1 + Q_{c_1}} = \frac{1332 \cdot 11{,}4 + 1000 \cdot 3{,}0 + 0}{11{,}4 + 3 + 0} = 1275 \text{ кг/м}^3$$

Аналогично производится расчет характеристик селевого пото-

ка на участках 2 и 4 - I7. Результаты расчетов приведены в колонках 6, 8, I2 таблиц 8, 9.

При прохождении селевым потоком 3-го расчетного участка происходит его частичный распад, т.к. точка с координатами (α, ρ_c) попадает в область II графика I. Расчет характеристик селевого потока производится в соответствии с п. I3 настоящего приложения.

Концентрация твердой составляющей в конце 3-го участка рассчитывается по формуле (7)

$$S_{T_3} = 2{,}33 \sin\alpha_3 = 2{,}33 \cdot 0{,}1140 = 0{,}27$$

Плотность селевого потока рассчитывается по формуле (I0)

$$\rho_{c_3} = \rho_o + S_{T_3}(\rho_T - \rho_o) = 1000 + 0{,}27(2650-1000) = 1445 \text{ кг/м}^3$$

Плотность селевого потока с учетом боковой приточности рассчитывается по формуле (24), ρ_{c_3} = I343 кг/м^3.

Максимальный расход и объем селевого потока на 3-ем участке рассчитываются по формулам (8), (9)

$$Q'_{c_3} = \frac{Q_{c_2}[1 - S_{T_2}(1+\theta)]}{1 - S_{T_3}(1+\theta)} = \frac{25{,}5\,[1 - 0{,}35(1+0{,}08)]}{1 - 0{,}27(1+0{,}08)} = 22{,}3 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$W'_{c_3} = \frac{W_{c_2}[1 - S_{T_2}(1+\theta)]}{1 - S_{T_3}(1+\theta)} = \frac{164 \cdot 10^3 [1 - 0{,}35(1+0{,}08)]}{1 - 0{,}27(1+0{,}08)} = 143 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

Характеристики селевого потока в конце 3-го участка с учетом боковой приточности равны:

$$Q_{c_3} = Q'_{c_3} + Q_{пр_3} = 22{,}3 + 8{,}5 = 30{,}8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$W_{c_3} = W'_{c_3} + W_{пр_3} = 143 \cdot 10^3 + 55 \cdot 10^3 = 198 \cdot 10^3 \text{ м}^3$$

Для каждого расчетного участка определяется объем возможных отложений в соответствии с п. I4 настоящего приложения. Объем отложений на всех расчетных участках равен нулю.

Характеристики селевого потока в расчетном створе равны: максимальный расход с учетом коэффициента селеобразования

$(Q_c)_{max} = 2,0$ $Q_c = 2,0 \cdot 1711 = 3422$ м³/с, **объем** $W_c = 11,2 \cdot 10^6$ м³, **плотность** $\rho_c = 2352$ кг/м³.

Скорости движения селевых потоков

20. Поверхностная скорость движения селевого потока определяется по формуле:

$$v_{en} = \frac{2,1R}{\ell} \cdot \sqrt{R \sin\alpha}, \qquad (31)$$

где R – гидравлический радиус; α – угол наклона участка; ℓ – масштаб турбулентности, вычисляемый по номограмме (рис. 4) или по формуле:

$$\ell = \frac{\sqrt{(S_\tau d_{80})^2 + (\varkappa R)^2}}{3,2\left[\left(\frac{R}{d_{80}}\right)^{1/6} - \left(\frac{d_{80}}{R}\right)^{1/6} + 0,3\right]}, \qquad (32)$$

где d_{80} – диаметр фракций, соответствующий 80% обеспеченности по полной кривой гранулометрического состава селеформирующих грунтов; $\varkappa$ – параметр Кармана, рассчитываемый по формуле

$$\varkappa = 0,4 \cdot \frac{1 + S_\tau\left(\frac{\rho}{\rho_\tau} - 1\right)}{1 + 2,5 S_\tau} \qquad (33)$$

где S_τ – объемная концентрация твердой составляющей селевого потока. Средняя скорость селевого потока $\bar{v}_c$ принимается равной 0.8 от поверхностной.

Расчет производится методом последовательного приближения, задаваясь различными значениями глубины селевого потока и вычисляя по поперечному сечению русла соответствующие значения гидравлического радиуса R и площади поперечного сечения ω. Рассчитанное значение максимального расхода, полученное путем умножения средней скорости потока на площадь поперечного сечения, должно отличаться не более чем на 10% от заданного..

Пример 3. к п. 20. Требуется рассчитать скорость движения селевого потока.

Исходные данные: $(Q_c)_{max}$ = 550 м³/с; ρ_c = 2250 кг/м³; S_* = 0,76; $\sin\alpha$ = 0,I; $d_{ср}$ = 0,8; поперечный профиль русла; содержание частиц размером 2 мм и меньше в селеформирующем грунте составляет менее 35%.

Задается глубина селевого потока H_{c_1} = 5 м и по поперечному профилю вычисляется площадь поперечного сечения ω = 206 м² и гидравлический радиус R = 2,5 м.

Определяется значение параметра Кармана по формуле (.33) $\varkappa$ = 0,3II и масштаб турбулентности по формуле (.32) ℓ = 0,452.

Рассчитываются по формуле (.3I) и по номограммам(рис. .4) поверхностная $\vartheta_{cп}$ и средняя $\bar{\vartheta}_c$ скорости селевого потока

$$\vartheta_{cп} = \frac{2{,}1R_1}{\ell_1}\sqrt{R_1\sin\alpha} = \frac{2{,}1\cdot 2{,}5}{0{,}452}\sqrt{2{,}5\cdot 0{,}1} = 5{,}8 \text{ м/с}$$

$$\bar{\vartheta}_c = 0{,}8\,\vartheta_{cп} = 0{,}8\cdot 5{,}8 = 4{,}6 \text{ м/с}$$

Рассчитывается расход селевого потока через поперечное сечение русла при скорости 4,6 м/с

$$Q_{c_1} = \omega_1\bar{\vartheta}_c = 206\cdot 4{,}6 = 948 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Рассчитанное значение расхода селевого потока 948 м³/с отличается более чем на I0% от заданного 550 м³/с. Производится расчет во втором приближении. Задается глубина селевого потока H_2 = 4,0 м, при этом ω_2 = I65 м²; R_2 = 2,0 м.

Определяется значение параметра Кармана по формуле (.33) $\varkappa_2$ = 0,3II и масштаб турбулентности по формуле (.32), ℓ_2 = 0,446.

Рассчитываются по формуле (.3I) поверхностная $\vartheta_{cп_2}$ и средняя $\bar{\vartheta}_{c_2}$ скорости селевого потока

$$\vartheta_{cп_2} = \frac{2{,}1R_2}{\ell_2}\sqrt{R_2\sin\alpha} = \frac{2{,}1\cdot 2{,}0}{0{,}446}\sqrt{2{,}0\cdot 0{,}1} = 4{,}2 \text{ м/с}$$

$$\bar{\vartheta}_{c_2} = 0{,}8\,\vartheta_{cп_2} = 0{,}8\cdot 4{,}2 = 3{,}4 \text{ м/с}$$

Рассчитывается расход селевого потока через поперечное се-

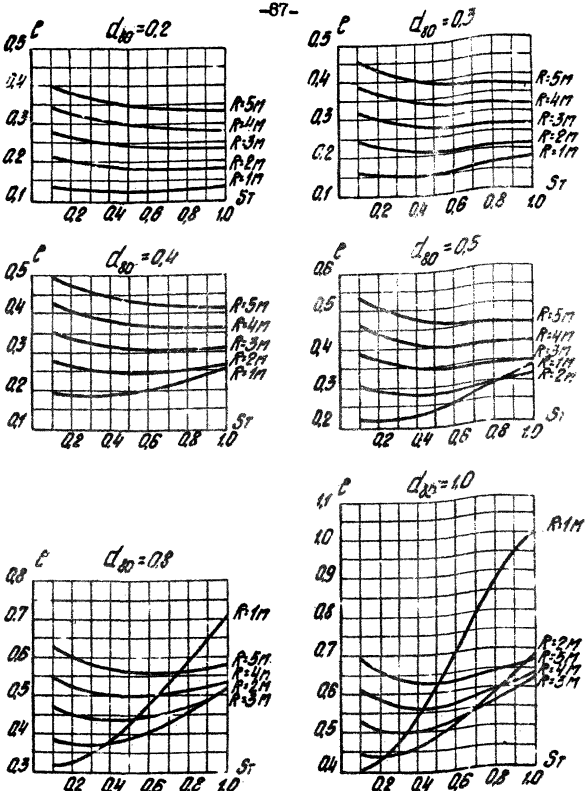


Рис.4. Номограмма для определения масштаба турбулентности по формуле $\ell = \frac{\sqrt{(S_T d_{80})^2 + (\varkappa R)^2}}{3{,}2\left[\left(\frac{R}{d_{80}}\right)^{1/6} - \left(\frac{d_{80}}{R}\right)^{1/6} + 0{,}3\right]}$

при различных значениях гидравлического радиуса R, диаметра фракций, соответствующего 80% обеспеченности по полной кривой гранулометрического состава селеформирующих грунтов d_{80}, объемной концентрации твердой составляющей селевого потока S_T.

чение русла при скорости 3.4 м/с

$$Q_{c_2} = \omega_2 \bar{v}_{c_2} = 165 \cdot 3{,}4 = 561 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Рассчитанное значение расхода селевого потока 561 $м^3/с$ отличается менее чем на 10% от заданного 550 $м^3/с$.

Расчетные поверхностная и средняя скорости селевого потока равны: $v_{сп} = 4{,}2$ м/с; $\bar{v}_c = 3{,}4$ м/с.

Деформации селевых русел

21. Селевой поток двигаясь по селевому руслу вовлекает грунты в селевой процесс или откладывает часть своего объема в русле, т.е. происходит деформация русла.

Расчет деформации селевого русла производится для участка длиной равной 0,1 от длины основного селевого русла.

Глубина размыва русла наносоводным и грязекаменным селевым потоком вычисляется по формуле

$$h_{разм} = \frac{W_{c_i} S_{т_i} - W_{c_{i-1}} S_{т_{i-1}}}{0{,}8 \mathcal{L} B}, \qquad (34)$$

где $W_{c_{i-1}}$ и W_{c_i} - соответственно объем селевого потока в начале и конце участка; $S_{т_{i-1}}$ и $S_{т_i}$ - соответственно объемная концентрация твердой составляющей селевого потока в начале и конце участка; $\mathcal{L}$ и B - соответственно длина и средняя ширина участка.

Глубина отложений наносоводного и грязекаменного селевого потока вычисляется по формуле

$$h_{отл} = \frac{W_{c_{i-1}} S_{п_{i-1}} - W_{c_i} S_{п_i}}{0{,}8 \mathcal{L} B}, \qquad (35)$$

где обозначения те же, что и в формуле (34).

В случае, когда одновременно происходит размыв русла (вследствие развития селевого процесса) и отложения части объема гря-

зекаменного селевого потока (вследствие действия сил статического напряжения сдвига) глубина размыва рассчитывается по формуле (.34), а высота отложений по формуле (I6). Расчетная глубина размыва или отложений определяется вычитанием из большей величины меньшей.

Упрощенный метод расчета характеристик селевых потоков

22. Применение упрощенного метода расчета характеристик селевых потоков допускается при условии соблюдения требований п. .7 настоящего приложения.

В соответствии с п. .4 настоящего приложения устанавливается тип селевого потока (грязекаменный или наносоводный), который может сформироваться в данном селевом бассейне.

Расчет максимальных расходов, объемов и плотностей селевых потоков производится: наносоводных селевых потоков - в соответствии с п. I0 настоящего приложения; грязекаменных селевых потоков - в соответствии с п. 23 - .25.

Расчет скоростей селевых потоков любого типа производится по формуле (.3I).

23. Для расчета характеристик грязекаменных селевых потоков в селевом бассейне выделяется основное селевое русло: для потоков гляциального происхождения - в соответствии с п. II; для потоков ливневого происхождения в соответствии с п. I8.

Максимальный расход $(Q_c)_{max}$ и объем W_c грязекаменного селевого потока (без учета его возможного распада) вычисляется по формулам

$$(Q_c)_{max} = K_g K Q_{max}; \qquad (36)$$

$$W_c = KW, \qquad (\ .37\ )$$

где K_g - коэффициент валообразования, принимаемый равный 2,0, если произведение KQ_{max} более 1000 м³/с и 2,5, если $K \cdot Q_{max}$ менее 1000 м³/с; K - коэффициент вычисляемый в соответствии с п. 24 настоящего приложения; Q_{max} и W - максимальный расход и объем водного паводка (при расчете селевых потоков гляциального происхождения вычисляются по формулам (.1) и (.2), а ливневых селевых потоков - принимаются равными соответственно сумме максимальных расходов и объемов паводка в "критических створах" селевых русел, где возможно формирование селевых потоков, вычисляемых в соответствии с п. .17 настоящего приложения.

Плотность селевого потока (без учета возможного распада) определяется по графику (рис. 6) в зависимости от величины $\frac{H}{y}$, вычисляемой в соответствии с п. 24.

Для установления расчетных значений величин максимального расхода, объема и плотности селевого потока производится проверка возможности его распада выше расчетного створа в соответствии с п. .25 настоящего приложения. При отсутствии распада вычисленные по формулам (.36), (.37) величины максимального расхода и объема и определенное выше значение плотности селевого потока принимаются в качестве расчетных. В случае, если селевой поток распадается, расчетные характеристики его определяются по формулам (.40), (.41).

24. Значение коэффициента K определяется по графику (рис. 5) в зависимости от значения величины $\frac{H}{y}$ для всего основного селевого русла. Для вычисления величины $\frac{H}{y}$ основное селевое русло разбивается на участки, отличающиеся по ка-

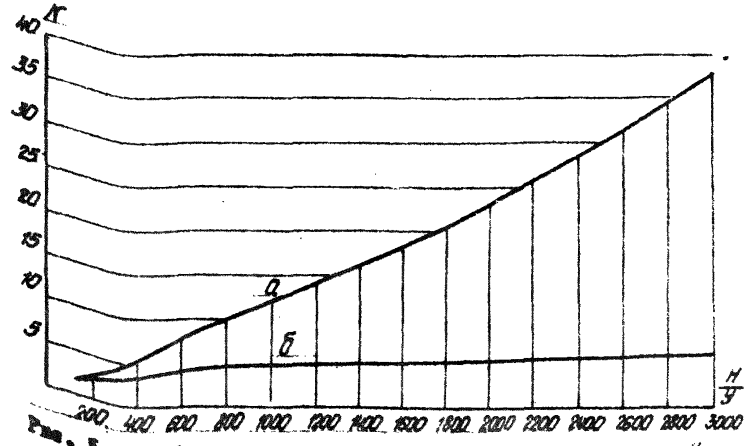


Рис. 5. График зависимости коэффициента K от отношения $\frac{H}{y}$: Содержание в грунте частиц размером 2 мм и меньше составляет менее 35% (а) и более 35% (б).

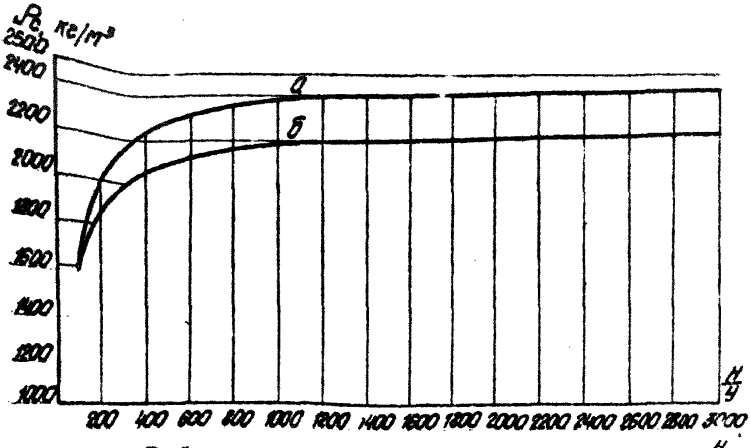


Рис. 6. График зависимости плотности скелета ρ_c от отношения $\frac{H}{y}$. Содержание в грунте частиц размером 2 мм и меньше составляет менее 35% (а) и более 35% (б).

тегориям грунта, указанным в таблице .. I (при одной и той же категории грунта все основное селевое русло принимается за один участок).

Определяется значение величины $\frac{H}{y}$ для всего основного селевого русла по формуле

$$\frac{H}{y} = \sum_{i=1}^{n} \frac{H_i}{y_i}, \qquad (\ .38\ )$$

где H_i - превышение верхней точки i-го участка над нижней; n - количество участков; y_i - показатель устойчивости грунта к эрозии для i-го участка, вычисляемый по формуле

$$y_i = 0{,}3n_i + (1-n_i)A, \qquad (\ 39\ )$$

где n_i - коэффициент, учитывающий обрушение бортов селевого русла i-го участка, определяемый по таблице 10; A - коэффициент устойчивости грунта к эрозии i-го участка определяемый по табл. .I.

Таблица .. 10

Значение коэффициента обрушения бортов селевого русла n_i при различных значениях ширины русла B и максимального водного расхода Q_{max} на участке

Средняя ширина русла на участке B, м	Максимальный расход паводка, $м^3/с$		
	менее 20	от 25 до 75	более 75
более I50	0,0	0,0	0,I
от 50 до I50	0,3	0,4	0,5
менее 50	0,5	0,6	0,7

Примечание: I. Ширина русла B определяется при максимальной глубине I0 м.

2. Максимальный расход паводка, вычисляемый в соответствии с п. .23 настоящего Приложения.

25. Для проверки возможности распада селевого потока выше расчетного створа выбирается участок (с минимальным уклоном) длиной, равной 0,I от длины основного селевого русла. Если плотность селевого потока ρ_c (вычисляемая в соответствии с п. .23 настоящего приложения) и уклон указанного участка α таковы, что точка с координатами (ρ_c, α) попадает в область П графиков .I или .2 - селевой поток распадается, при попадании в область Ш - селевой поток не распадается.

Максимальный расчетный расход $(Q_c)'_{max}$ и объем W'_c селевого потока при наличии распада определяется по формулам

$$(Q_c)'_{max} = \frac{(Q_c)_{max}[1-S_т]}{1-S'_т}; \qquad (\ .40\ )$$

$$W'_c = \frac{W_c\,[1-S_т]}{1-S'_т}, \qquad (\ .4I\ )$$

где $(Q_c)_{max}$ и W_c - максимальный расход и объем селевого потока (без учёта его возможного распада), определяемые по формулам (.36), (.37); $S'_т$ - объемная концентрация твердой составляющей селевого потока после распада, вычисляемая по формуле (.7); $S_т$ - объемная концентрация твердой составляющей селевого потока до его распада, вычисляемая по формуле

$$S_т = \frac{\rho_c-\rho_в}{\rho_т-\rho_в}, \qquad (\ .42\ )$$

где ρ_c - плотность селевого потока до распада; $\rho_т$ и $\rho_в$ - соответственно плотность вещества твердой составляющей селевого потока и воды.

Плотность селевого потока в расчетном створе после распада определяется по формуле

$$\rho'_c = \rho_в + S'_т(\rho_т-\rho_в), \qquad (\ .43\ )$$

где $S'_т$ - то же, что и в формуле (3.41); $\rho_т$ и $\rho_в$ - тоже, что в формуле (.42).

26. Для расчета глубины возможных размывов или высот отложений в русле наносоводным селевым потоком необходимо знать уклоны русла на расчетном и вышележащем участке. Длина участков должна быть 300 м. Расчет производится по формуле

$$h = \frac{W(S_{i-1} - S_i)}{0{,}8\,\gamma B} \qquad (\ .44\ )$$

где S_{i-1} и S_i – соответственно концентрация твердой составляющей селевого потока на вышележащем и расчетном участке вычисляемые по формуле (..7); W – объем водного паводка заданной обеспеченности в расчетном створе, вычисленный в соответствии с указаниями пп. 8, .9 настоящего приложения. Положительное значение величины h означает отложения, отрицательное размыв.

Глубина возможного размыва русла грязекаменным селевым потоком вычисляется на расчетном участке длиной, равной 0,1 от длины основного селевого русла по формуле

$$h_{разм} = \frac{0{,}07\ \sin\alpha\ \vartheta W_c}{B\gamma}, \qquad (\ .45\ )$$

где α, B – соответственно угол наклона и средняя ширина участка русла; ϑ – эродирующая способность селевой смеси, определяемая по таблице .2 или .3; W_c – объем селевого потока, вычисленный по формуле (.37); B – средняя ширина расчетного участка; γ – показатель устойчивости грунта к эрозии, вычисляемый по формуле (.39).

Высота возможных отложений в результате распада грязекаменного селевого потока вычисляется по формуле

$$h_{отл} = \frac{W_c S_т - W_c' S_т'}{0{,}8\,BL} \qquad (\ .46\ )$$

где W_c и $S_т$ – соответственно объем и объемная концентрация твердой составляющей селевого потока до распада, вычисляемые по формулам (.37) и (.42); W_c' и $S_т'$ – соответственно объем и объемная концентрация твердой составляющей селевого потока после распада, вычисляемые по формулам (.41) и (.7).

Пример 4, к п.п. .22 – .25. Требуется рассчитать характеристики селевого потока гляциального происхождения в бассейне р. Большая Алматинка, в створе 400 м ниже впадения р.Терескутак (хр.

Заилийский Алатау) по упрощенному методу расчета.

Исходные данные: продольный профиль от наиболее крупного в селевом бассейне ледника Советов до расчетного створа; профили поперечного сечения селевого русла; площадь ледника равна I,9 км^2; содержание частиц размером 2 мм и менее в селеформирующем грунте равно 20%.

В соответствии с п. .4 настоящего приложения устанавливаем, что в данном селевом бассейне возможно формирование грязекаменных селевых потоков.

За основное селевое русло, в соответствии с указаниями п. II настоящего приложения, принято селевое русло от ледника Советов до расчетного створа.

Максимальный расход Q_{max} и объем W паводка, который может сформироваться при прорыве моренного озера, рассчитываются по формулам (. I) и (. 2) и соответственно равны Q_{max} = 288 м^3/с и W = 434000 м^3.

Основное селевое русло разбивается на три расчетных участка, отличающихся по категориям грунта, в соответствии с указаниями п. .24 настоящего приложения . Для каждого участка определяются превышения верхней точки расчетного участка над нижней (H_i) и значения параметра устойчивости грунта к эрозии ($У_i$), рассчитываемые по формуле (3.39). H_1 = 682,8 м, $У_1$ = 3,I8; H_2 = 655,I м; $У_2$ = 0,8I; H_3 = 662,0 м, $У_3$ = I,II.

Определяется значение величины $\frac{H}{У}$ для всего основного селевого русла по формуле (38).

$$\frac{H}{У} = \sum_{i=1}^{n} \frac{H_i}{У_i} = \frac{682,8}{3,18} + \frac{655,1}{0,81} + \frac{662,0}{1,11} = 1620$$

Значение коэффициента K в зависимости от величины $\frac{H}{У}$ для всего селевого русла определяется по графику рис. 5

K = I8,5.

Максимальный расход $(Q_c)_{max}$ и объем W_c грязекаменного селевого потока (без учета его возможного распада) вычисляются по формулам (...36), (...37)

$$(Q_c)_{max} = K_\delta K Q_{max} = 2{,}0 \cdot 18{,}5 \cdot 288 = 10656 \text{ м}^3/\text{с}$$

где K_δ принимается равным 2,0, т.к. произведение KQ_{max} более 1000 $м^3/с$.

$$W_c = KW = 18{,}5 \cdot 434{\cdot}000 = 8{,}0 \cdot 10^6 \text{ м}^3$$

Определяется плотность селевого потока ρ_c (без учета его возможного распада) по графику рис. 6 в зависимости от величины $\frac{H}{y}$ ($\rho_c = 2410$ кг/м^3).

Производится проверка возможности распада селевого потока выше расчетного створа в соответствии с указаниями п. ...25 настоящего приложения. Длина расчетного участка l равна 1420 м, угол наклона русла (α) равен $3^0 12'$. Плотность селевого потока ρ_c и угол наклона русла α таковы, что точка с координатами (α, ρ_c) попадает в область III графика рис. 1. Селевой поток не распадается и может обогащаться.

Характеристики селевого потока в расчетном створе равны: максимальный расход с учетом коэффициента валообразования $(Q_c)_{max}$ = 10,6·10^3 м^3/с; объем W_c = 8,0·10^6 м^3, плотность ρ_c = 2410 кг/м^3.

Пример 5. к п.п. 23 - 26. Требуется рассчитать характеристики селевого потока, вызванного ливневым паводком с вероятностью превышения 1%, в створе р. Большая Алматинка - 400 м ниже впадения р. Тересбутак (хр. Заилийский Алатау) по упрощенному методу расчета.

Исходные данные: карта масштаба 1:50 000, профили поперечных сечений селевых русел; d_{80} = 0,7 м; содержание частиц размером 2 мм и менее в селеформирующем грунте равно 20%.

В соответствии с п. 3.4 настоящего приложения, устанавливаем, что в данном селевом бассейне возможно формирование грязекаменных селевых потоков.

Выбор селевых русел боковых притоков, в которых возможно формирование грязекаменных селевых потоков, определение "критических створов" и площадей водосборов их замыкающих, расчет максимальных расходов воды заданной обеспеченности, определение критических расходов, а также выбор основного селевого русла производится аналогично примеру 2 настоящего приложения.

Уточняется положение начала основного селевого русла согласно указаниям п. 3.18 настоящего приложения.

Основное селевое русло разбивается на три участка, отличающихся по категориям грунта, в соответствии с указаниями п. 3.24 настоящего приложения. Для каждого участка определяются превышения верхней точки расчетного участка над нижней (H_i) и значения параметра устойчивости грунта к эрозии ($У_i$), рассчитываемые по формуле (3.39).

H_1 = 434,4 м; $У_1$ = 3,18; H_2 = 655,1 м; $У_2$ = 0,81; H_3 = 662,0 м; $У_3$ = 1,11.

Определяется значение величины $\frac{H}{У}$ для всего основного селевого русла по формуле (3.42).

$$\frac{H}{У}=\sum_{i=1}^{n}\frac{H_i}{У_i}=\frac{434,4}{3,18}+\frac{655,1}{0,81}+\frac{662,0}{1,11}=1542$$

Значение величины K в зависимости от значения величины $\frac{H}{У}$ для всего основного селевого русла определяется по графику рис. 5 K = 17,5.

Вычисляется суммарный максимальный расход и соответственно объем притока воды с площадей водосборов, замыкаемых "критическими створами" всех действующих селевых русел (Q_{max}= 99,6 м^3/с;

$W = 642 \cdot 10^8$ м^3).

Максимальный расход ($Q_c)_{max}$ и объем W_c грязекаменного селевого потока (без учета его возможного распада) вычисляются по формулам ([illegible].36), ([illegible].37).

$$(Q_c)_{max} = K_3 K Q_{max} = 2{,}0 \cdot 17{,}5 \cdot 99{,}6 = 3486 \text{ м}^3/\text{с},$$

где K_3 принимается равным 2,0, т.к. произведение KQ_{max} более 1000 м^3/с.

$$W_c = K W = 17{,}5 \cdot 642 \cdot 10^3 = 11{,}2 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

Определяется плотность селевого потока ρ_c (без учета его возможного распада) по графику рис. [illegible].6 в зависимости от величины $\frac{H}{y}$ ($\rho_c = 2404$ кг/м^3).

Производится проверка возможности распада селевого потока выше расчетного створа в соответствии с п. [illegible].25 настоящего приложения. Длина расчетного участка l равна 1295 м, угол наклона русла (α) равен $3^0 16'$. Плотность селевого потока ρ_c и угол наклона русла α таковы, что точки с координатами (α, ρ_c) попадает в область III графика рис. [illegible].I. Селевой поток не распадается и может обогащаться.

Характеристики селевого потока в расчетном створе равны: максимальный расход с учетом коэффициента валообразования $(Q_c)_{max} = 3{,}5 \cdot 10^8$ м^3/с; объем $W_c = 11{,}2 \cdot 10^6$ м^3; плотность $\rho_c = 2404$ кг/м^3.

Приложение 2

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОТИВОСЕЛЕВЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Пример I /к п.п.3.6(3.3) и 3.I9, рис.1 /.

Требуется определить максимальное давление селевого потока, вызванного паводком с вероятностью превышения p=0,0I%, на сквозную селезадерживающую плотину.

Исходные данные

а) Высота и скорость движения селевого вала на входе в селехранилище, соответственно 4,4м и 7,3 м/с;

б) Плотность селевого потока ρ_c = 2400 кг/м3;

в) Высота плотины $H_{пл}$ =I6м;

г) Емкость селехранилища рассчитана на задержание селя, вызванного паводком с вероятностью превышения P=I%.

Р а с ч е т

Поскольку емкость селехранилища не рассчитана на задержание селя, вызванного паводком p=0,0I%, прохождение такого селя вызовет переполнение селехранилища. В связи с этим рассматриваются два расчетных случая:

а) Селевой вал высотой $H_{ср}$ =4,4м движется со скоростью $v_{ср}$=7,3 м/с по селехранилищу, заполненному отложениями этого же селя на глубину $(H_{пл}-H_{ср})$, рис. .I(I)-б;

б) Селевой вал высотой $H_{ср}$=4,4м движется по полностью занесенному этим же селем селехранилищу, рис. .I(I)-в.

В первом случае расчет ведется по схеме рис. .I(I)-б. Полное удельное давление на I пог.м. ширины плотины $P_{пог}$ определится, как сумма:

$$P_{пог}=1,5\ \rho_c\ v_{ср}^2\ H_{ср}+0,5(H_{пл}-H_{ср})\ (\gamma\rho_c H_{ср}+\gamma\rho_c H_{пл})$$

$P_{пог}=4,5 \cdot 2400 \cdot 7,3^2$ 4,4+0,5(16-4,4) (9,81·2400·4,4+9,81·2400 ·16)= $5,32 \cdot 10^6$ Па

Во втором случае расчет ведется по схеме рис.3.1(1)-в:

$$P_{пог}=0,5\, H_{пл}\,[\, g\, \rho_c \cdot Hср + g\, \rho_c\, (H_{пл}+H_{ср})]=$$
$$=0,5 H_{пл}\; g\, \rho_c\; (2H_{ср}+H_{пл})$$
$$P_{пог}=0,5 \cdot 16 \cdot 9,81 \cdot 2400 \cdot (2 \cdot 4,4+16) = 4,67 \cdot 10^6 Па$$

Максимальное давление будет в 1-м случае: 5,32 10^6Па.

Пример 2 (к п.п.3.34 и 3.36)

Рассчитать возможность пропуска по прямоугольному селепропускному каналу наносоводного селя плотностью 1286 кг/м3.

Исходные данные

а) Расход водного паводка $Q_в$ = 10 м3/с

б) Уклон канала i_0 =0,06

в) Ширина канала B =2м

г) Среднеарифметический диаметр частиц твердой составляющей потока без учета фракций менее 0,05мм, $d_{с.а}$=0,12м.

д) Полное содержание в потоке твердой составляющей при уклоне русла непосредственно выше входа в канал i =0,08 $P_п$= =460 кг/м3.

По данным натурных исследований, содержание в потоке фракций менее 0,05мм составляет 20% от общего веса твердой составляющей.

Весовое содержание твердой составляющей без учета фракций менее 0,05мм $P_0= P_п-0,2\, P_п$

$P_0=460 - 0,2 \cdot 460 = 368$ кг/м3

Р а с ч е т

а) По графикам рис.2. находим приведенный коэффициент шероховатости n_0=0,034. Находим величину $Q_в \cdot n_c$ = 10 · 0,034= =0,34 м3/с.

б) По графикам рис.3. находим h_ℓ=1,1м. Определяем ω_ℓ =B· h_ℓ = 2 · 1,1 =2,2 м.

в) Определяем $v_в = \frac{Q_\ell}{\omega_\ell} = \frac{10}{2,2}$ =4,55 м/с.

г) Определяем величину $v_\ell \cdot i_0$ =4,55 · 0,06 =0,273 м/с

д) По графикам рис.4. находим $(vi)_{кр}$ =0,29 м/с

Так как $v_\ell \cdot i_0 < (vi)_{кр}$ =0,29, дальнейший расчет ведется по графикам рис.7. и 8.

е) По графикам рис.7. находим R =0,52м

ж) По графикам рис.8. находим P =80 кг/м3

Поскольку P=80 < P_0=368. наносотранспортирующая способность потока в канале недостаточна. Возможное решение задачи-осветление потока с помощью сквозного селезадерживающего сооружения до величины плотности P = 80 кг/м3. Требуемое количество наносов (в процентном отношении от общего объема твердого стока), которое необходимо задержать перед сквозным сооружением - Д%

$$Д\% = (\frac{P_0 - P}{P_0})100 = (\frac{368-80}{368})\ 100 = 78,3\%$$

По графику рис.6. находим отношение $\frac{d_{с.а}}{\Delta}$

где Δ - среднее вертикальное расстояние между горизонтальными стержнями сквозного сооружения.

$$\frac{d_{с.а}}{\Delta} = 0,65$$

Определяем $\Delta = \frac{0,12}{0,65}$ =0,185м

Гидравлические параметры канала остаются теми же, что и определенные выше для водного потока по графикам рис.5.

Пример 3 (к п.п.3.34-3,35)

Требуется рассчитать бетонный прямоугольный канал, способный транспортировать наносоводный селевой поток при содержании в нем наносов $P_{Д}$ =II00 кг/м3.

Исходные данные

а) Расход водного паводка $Q_{В}$=50 м3/с

б) Уклон канала $i_{о}$=0,I5

в) Ширина канала B=I2м

г) Среднеарифметический диаметр частиц твердой составляющей потока, без учета фракций менее 0,05 мм, $d_{с.а.}$ = =0,003м.

д) Полное содержание в потоке твердой составляющей при уклоне русла непосредственно выше входа в канал i =0,I7, $P_{Д}$= =II00 кг/м3.

Содержание твердой составляющей без фракций менее 0,05мм 30%

$P_{0}=P_{Д}-0,3P_{Д}$=II00 -0,3 · II00=770 кг/м3.

Р а с ч е т

По графикам рис.3.3 находим приведенный коэффициент шероховатости $n_{с}$=0,025.

Находим величину $Q_{В} \cdot n_{с}$ =50 · 0,025 = I,25 м3/с.

По графикам рис.3:4 находим $h_{В}$.

Так как графиков для i =0,I5 нет, величину $h_{В}$ определяем путем интерполяции по графикам для i =0,I4 и i=0,I6

$h_{В}$= 0,47

Определяем $\omega_{В}=B \cdot h_{В}$ = I2 · 0,47 =5,67 м2

Определяем $v_{В} = \frac{Q_{В}}{\omega_{В}}$ = $\frac{50}{5,67}$ =8,8 м/с.

Определяем величину $(v_в \cdot i_0)$ =8,8 · 0,15 =1,32

По графикам рис.4. находим $(vi)_{кр}$ =0,065

Так как $v_в \cdot i_0$ =1,32 > $(vi)_{кр}$ =0,065, то дальнейший расчет ведем по графикам рис.5. .

Ввиду отсутствия графика для $d_{с.а.}$=0,003м, пользуемся графиком для ближайших по величине $d_{с.а.}$=0,002 м и $d_{с.а.}$= = 0,004.

На правой части графиков рис.5. для $d_{с.а.}$=0,004 и для $d_{с.а.}$=0,002м по расходу водного потока $Q_в$=50м3 и уклону канала i =0,15 определяем максимально возможное содержание наносов, транспортируемых по каналу заданных размеров, а на левой части графиков определяем необходимую площадь живого сечения для пропуска селевого потока.

С помощью интерполяции определяем:

P=940 кг/м3; ω_c=11м2

Поскольку P= 940 > P_0=770 кг/м3, наносотранспортирующая способность канала достаточная.

Определяем расход селевого потока по формуле:

$$Q_c = \frac{Q_в}{1 - \frac{P_0}{2650}} = \frac{50}{1 - \frac{770}{2650}} = 70{,}8 \text{ м3/с}$$

Определяем среднюю скорость селевого потока

$$v_{ср} = \frac{Q_c}{\omega_c} = \frac{70{,}8}{11} = 6{,}42 \text{ м/с.}$$

Определяем среднюю глубину селевого потока

$$h_c = \frac{\omega_c}{B} = \frac{11}{12} = 0{,}92\text{м}$$

Приложение 3

Обязательное

П Е Р Е Ч Е Н Ь

законодательных и нормативных документов и постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР

Общие документы:

I. Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 29.XII.1972 г. Сборник документов партии и правительства по хозяйственным вопросам, том 9, Политиздат, М., 1974, с.347-371.

2. О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшении использования природных ресурсов. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от I.XII.1978 г., там же, т.12, М., 1979, с. 579-594.

3. О порядке организации и координации мероприятий, обеспечивающих надлежащее техническое состояние и благоустройство водохранилищ и о выполнении этих мероприятий. Постановление Совета Министров СССР от 2 октября 1978 г. Там же, т.12, М., 1979, с. 495-499.

4. Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик. Утверждены Законом СССР от 13.12.1968 г.

Сборник документов партии и правительства 1917-1981 гг. Об охране окружающей среды. Изд. второе. Политиздат, М., 1981. Земельные кодексы союзных республик.

5. О мерах по улучшению организации работ по защите почв от ветровой и водной эрозии. Постановление Совета Министров СССР от 13.10.1975 г., там же, с.254-256.

6. Основные положения о рекультивации земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геолого-разведочных, строительных и др. работ. Утверждены ГКНТ СССР, Госстроем СССР, Минсельхозом СССР 16 мая 1977 г.

Л.П.Шариков - Справочник охраны окружающей среды. Изд-во "Судостроение",Л.,1978,с.151-155.

7. Об улучшении государственного учета земель и использование их в сельскохозяйственном производстве. Постановление Совета Министров СССР от 12.07.1962.

Сборник документов партии и правительства 1917-1981 гг. Об охране окружающей среды. Изд.второе,Политиздат, М.,1981, с.106-109.

8. Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик. Утверждены Законом СССР от 10.12.1970.Там же, с.176-193.

Водные кодексы союзных республик.

9. Порядок разработки и утверждения схем комплексного использования и охраны вод. Постановление Совета Министров СССР от 2.07.1976. Сб.документов партии и правительства по хозяйственным вопросам,том II,Политиздат,М.,1977, с.342-344.

10. О порядке частичного или полного запрещения использования водных объектов,имеющих особое государственное значение,либо особую научную и культурную ценность. Постановление Совета Министров СССР от 11.06.1976.Там же,с.360-361.

Санитарное-гигиенические требования :

11. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. Утверждены Минводхозом СССР,Минрыбхозом СССР и Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1974 г.

Л.П.Шариков - Справочник охраны окружающей среды.Изд. "Судостроение",Л.,1973,с.193-220.

12. Из Основ законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении.Утверждены Верховным Советом СССР 19.12.1969,введены в действие с 1 июля 1970 г.Там же,с.47-49.

13. Санитарные правила по подготовке ложа водохранилища и каналов к затоплению и санитарной охране их. Утверждены Главным государственным санитарным инспектором СССР 19.05.1956, № 215-56.

Охрана растительного и животного мира

I4. Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик. Утверждены законом СССР от I7.06.I977.
Сборник документов партии и правительства I9I7-I98I гг. изд.второе,Политиздат,М.,I98I,с.286-304.

I5. Закон СССР об охране и использовании животного мира от 25.06.I980. Об.документов партии и правительства по хозяйственным вопросам,том I8,Политиздат,М.,I98I,с.434-45I.

I6. Книга редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных и растений СССР - Красная книга СССР /с учетом изменений и дополнений,внесенных к началу проектирования/, изд."Лесная промышленность".М.,I978.

I7. О мерах по усилению охраны рыбных запасов в водоемах СССР.Постановление Совета Министров СССР от I0.I2.I969. Сборник документов партии и правительства I9I7-I98I гг. Об охране окружающей среды. Изд.второе,Политиздат,М.,I98I, с.I60-I63.

Другие нормативные документы.

I8. Об усилении охраны малых рек от загрязнения,засорения и истощения и о рациональном использовании их водных ресурсов. Постановление Совета Министров СССР от 8.I2.I980. Сборник документов партии и правительства по хозяйственным вопросам,том I8,Политиздат,М.,I98I,с.474-476.

I9. Об учете и охране памятников искусства,старины и природы. Декрет Всероссийского Центрального исполнительного комитета и Совета Народных Комиссаров от 7.0I.I924. Сборник документов партии и правительства I9I7-I98I гг. Об охране окружающей среды. Изд.второе,Политиздат,М.,I98I, с.57-60.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Рекомендуемое

П Е Р Е Ч Е Н Ь

нормативных документов и ведомственных руководств, рекомендуемых к использованию при производстве изысканий на участках строительства противоселевых сооружений

1. СНиП П-9-78 "Инженерные изыскания для строительства";

2. "Руководство по определению состава и объема инженерно-геологических изысканий для гидротехнического строительства", П-651-74, Гидропроект;

3. "Руководство по поискам, разведке и опробованию естественных минеральных строительных материалов для гидротехнического строительства", П-659-78, Гидропроект;

4. "Руководство по определению состава и объема инженерно-геодезических работ для гидротехнического строительства", П-652-75, Гидропроект.

П р и м е ч а н и е

С выходом СН 202-81 стадийность проектирования, указанная в п.п. 2-4, устарела. Перечисленными "Руководствами" рекомендуется пользоваться, как вспомогательным материалом при определении состава и объема работ.

Приложение 5

Термины и определения

1. Селевой поток – временный горный поток смеси воды и большого количества обломков горных пород от глинистых частиц до крупных камней и глыб, производящий за относительно короткий промежуток времени значительные изменения строения русла водотока и формирующий в результате распада потока или прекращения движения специфические отложения.

2. Распад селевого потока – перемещение твердых включений, находящихся в селевом потоке, в направлении силы тяжести. В результате распада движущийся селевой поток частично или полностью отлагается в селевом русле.

3. Наносоводный селевой поток – селевой поток плотностью от 1100 до 1800 кг/м^3, в котором крупные фракции движутся медленнее, чем мелкие.

4. Грязекаменный селевой поток – селевой поток плотностью более 1800 кг/м^3, в котором все фракции движутся примерно с одинаковой скоростью.

5. Селевые отложения – скопления обломков горных пород, образовавшихся в результате распада или остановки селевого потока.

6. Селевой конус выноса – морфологическое образование, сложенное селевыми отложениями в местах выхода селевых потоков из бокового ущелья в более широкую долину или на предгорную равнину, имеющее характерную конусообразную форму.

7. Селевой бассейн – горный речной бассейн, содержащий селевые русла, в котором селевой поток проходит

через замыкающий створ.

8. Селевое русло - русло постоянного или периодического горного водотока, по которому проходят селевые потоки

9. Критический расход - минимальный расход воды, способный вызвать формирование селевого потока.

10. Селехранилище - искусственная емкость, образованная селезадерживающим сооружением, в пределах которой аккумулируются селевые потоки и накапливаются селевые отложения.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3
1. Общие положения.....5
2. Требования к инженерным изысканиям.....13
3. Проектирование противоселевых защитных сооружений.....18
Селезадерживающие сооружения.....25
Селепропусные сооружения..... 29
Селенаправляющие сооружения..... 48
Стабилизирующие сооружения..... 49
4. Мероприятия по подготовке зоны селехранилищ 52
Приложение 1
Расчет характеристик селевых потоков 55
Исходные положения 55
Паводки, вызывающие селевые потоки..... 56
Наносоводные селевые потоки..... 57
Грязекаменные селевые потоки гляциального происхождения..... 58
Грязекаменные селевые потоки ливневого происхождения..... 73
Скорости движения селевых потоков..... 85
Деформации селевых русел..... 88
Упрощенный метод расчета характеристик селевых потоков..... 89
Приложение 2
Примеры расчета противоселевых сооружений..... 99
Приложение 3
Перечень законодательных и нормативных документов..... 104
Приложение 4
Перечень нормативных документов и ведомственных руководств..... 107
Приложение 5
Термины и определения..... 108

Зак. 595 Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии Гидропроекта

gost.e-ecolog.ru