

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра архитектурных конструкций

Гуторова Т.В.

Инженерная подготовка городских территорий

Курс лекций для студентов специальности ПГС
специализации 1-70 02 01 05

Брест 2009

Рецензент:

П.И. Каханчик, начальник отдела инженерной подготовки АО «Брестжил проект»

Гуторова Т.В.

Г 97 Инженерная подготовка городских территорий. Курс лекций. – Брест: Из-во БрГТУ, 2009. – 88 с.

Инженерная подготовка городских территорий – это важнейший элемент современного градостроительного процесса. В курсе лекций излагаются общие понятия и сведения о природных условиях местности, об инженерных мероприятиях и сооружениях, связанных с подготовкой территорий для будущих районов города. Приводятся указания по проектированию и методы расчёта городских водосточных сетей, дренажных систем.

В курсе лекций рассмотрены вопросы подтопления территории подземными водами и методы защиты от подтопления, приведены примеры расчёта дренажной системы. Дан материал по характеристике рельефа, рассмотрены особенности рельефа, приведена его классификация в зависимости от градостроительного использования. Рассмотрены вопросы образования поверхностного стока и организации стока поверхностных вод.

В практике градостроительства подготовка территорий осуществляется путём решения ряда инженерных задач, практическое исполнение которых требует привлечения специалистов, имеющих глубокие знания в области инженерной подготовки городских территорий.

Содержание курса лекций соответствует учебной программы дисциплины «Инженерная подготовка городских территорий»

Автор выражает благодарность Халавчук Е.С. за помощь в подготовке данного курса лекций.

ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

1. *Задачи инженерной подготовки*
2. *Природные условия и их градостроительная оценка*
3. *Проектирование инженерной подготовки*
 - А) *Мероприятия инженерной подготовки*
 - Б) *Инженерное освоение территории и экология*
 - В) *Вопросы экономики в инженерной подготовке городских территорий*

1. Задачи инженерной подготовки

Инженерная подготовка городских территорий представляет собой инженерные мероприятия по преобразованию, изменению и улучшению природных условий, а также по исключению или ограничению физико-геологических процессов, в их развитии и воздействии на территорию города.

Инженерная подготовка состоит из следующих разделов:

1. Вертикальная планировка.
2. Организация стока поверхностных вод.
3. Специальные мероприятия инженерной подготовки:
 - защита городских территорий от подтопления (дренаж);
 - защита городских территорий от затопления;
 - инженерная подготовка заторфованных территорий;
 - инженерная подготовка территорий расчленённых островов;
 - инженерная подготовка с оползнями;
 - инженерная подготовка с карстом;
 - защита городских территорий от селевых потоков;
 - инженерная подготовка при восстановлении нарушенных территорий.

Правильный выбор территорий и методов её освоения, оптимального сочетания инженерных мероприятий с учётом особенностей застройки и природных условий обуславливают рациональность и экономичность градостроительных проектов.

Цель: инженерная подготовка включает мероприятия, направленные на обеспечение пригодности территории для градостроительства и защиты от неблагоприятных природных явлений.

Строительство осуществляется после предварительной инженерной подготовки территории, содержание и объём которой зависит от природных условий и градостроительных требований.

Основные задачи инженерной подготовки:

1. Проведение мероприятий, необходимых для освоения территории:
 - а) осушение;
 - б) защита от затопления;
 - в) защита от оползней;
 - г) защита от селевых потоков;
 - е) защита от карстовых явлений;
 - ж) защита от оврагов.
2. Подготовка территории под застройку:
 - а) вертикальная планировка;
 - б) организация поверхностного стока дождевых и талых вод.
3. Благоустройство рек, озёр и городских водоёмов, затухших оврагов (при росте городов).

В результате территория с благоприятными природными условиями, пригодными для строительства, не требует сложных и больших по объёму мероприятий по инженер-

ной подготовке, а неблагоприятные природные условия значительно усложняют инженерную подготовку территории. Следовательно, все решения должны быть подтверждены их технической и экономической целесообразностью.

2. Природные условия и их градостроительная оценка

Каждая территория имеет свои особенности, определяемые природными условиями местности.

Абсолютно одинаковых по природным условиям территорий практически не бывает. Однако существуют территории со сходными природными условиями, что позволяет установить общую для них градостроительную оценку.

Природные условия территории характеризуются комплексом климатических, геоморфологических, геологических, гидрогеологических и гидрологических данных, включая сведения о физико-геологических процессах и их динамике. Они дополняются такими природно-ландшафтными особенностями, как существующие зелёные насаждения.

Климатические условия определяют совокупность факторов, наиболее значимыми из которых являются: радиационный режим (инсоляция квартир); температурно-влажностный режим; ветровой режим; атмосферные осадки.

Показатели радиационного режима:

- количество теплоты, поступающей на поверхность от прямых и рассеянных солнечных лучей;
- яркость света, суммарная и рассеянная освещённость в различные часы суток, а также интенсивность ультрафиолетового облучения.

В градостроительной практике используют данные о средних температурах по месяцам, в течение самой холодной пятидневки и дня, абсолютных \min и \max температурах, амплитудах их колебания и повторяемости.

Влажностный режим определяют показателями абсолютной, относительной влажности и амплитуды её суточных колебаний.

Ветровой режим характеризуется средней скоростью ветра по господствующим направлениям и его повторяемостью зимой и летом.

На отдельные метеорологические факторы климата (температура, влажность воздуха и скорость ветра) существенно влияют: рельеф местности; наличие водоёмов; наличие растительности.

Атмосферные осадки и их изменчивость определяют такими показателями, как: годовое количество; суточный \max ; интенсивность выпадения дождей; толщина снежного покрова, сроки его образования и разрушения в результате таяния.

Гидрологические условия – это сумма данных о рельефе, его происхождении и закономерностях его развития. При решении градостроительных задач большое значение имеют: крутизна естественного рельефа территории; степень всхолмленности; особенности форм рельефа.

Геологические условия включают данные о составе, мощности, несущей способности грунтов, порядке их напластования и возрасте, а также наличии и активности геологических процессов и нарушений земной поверхности в результате техногенных факторов.

Природные физико-геологические процессы: оползни; карст; селевые потоки; овраги; снежные лавины; сейсмические явления.

Гидрогеологические условия – это сведения о наличии, типе, мощности и свойствах эпизодически и постоянно существующих горизонтов подземных вод, глубине их залегания, условиях питания, особенностях режима и его динамике.

Гидрологические условия изучают на основе данных о явлениях и процессах, происходящих в поверхностных водоёмах, реках, озёрах, водохранилищах и болотах.

Эти условия рассматривают в связи с гидрологическими и другими природными условиями, определяющими характеристику круговорота воды в природе, влияние на него деятельности человека и способов управления водным режимом.

Это сведения об источниках питания, закономерностях режима рек и водоёмов, химическом и бактериологическом составе воды, рельефных и геологических особенностях береговой линии и дна.

Режим рек и водоёмов – это совокупность данных о колебаниях скоростей течения, уровня и расходов в период самого низкого продолжительного сезонного состояния – в межень и во время прохождения высоких вод с учетом сроков замерзания и вскрытия рек и толщины ледяного покрова.

Дополнительно разрабатывают перспективное прогнозирование потенциальной динамики компонентов окружающей среды под действием различных факторов, в том числе антропогенных (изменение УГВ в процессе строительства и эксплуатации или возможной эрозии рельефа потоками поверхностных вод и аккумуляции продуктов разрушения горных пород в пониженных местах).

Определяют экологический предел среды, т.е. пределы, за которыми могут начаться необратимые нарушения.

Вся информация о природной среде получена на основе комплексных инженерно – геологических изысканиях, проводимых по этапам:

- 1) предварительное изучение данных по имеющимся архивным, фондовым и литературным материалам, включая анализ опыта строительства в данном районе;
- 2) проведения инженерно – геологической съёмки, буровых, горнопроходческих и геофизических работ, полевых наблюдений и лабораторных исследований (при наличии опасных геологических процессов стационарные наблюдения за их динамикой проводят в течение длительного периода).

Градостроительная оценка территории является основой в определении обязательных мероприятий по инженерной подготовке в данных конкретных условиях территории.

Оценка каждого из природных условий с градостроительных позиций позволяет определить пригодность территории для города. Оценка проводится на всех стадиях проектирования, изменяется только уровень проработки:

1. На стадии схем и проектов районной планировки анализируют природные условия и на основе анализа проводят комплексную оценку территории, т.е. определяют степень её благоприятности по сумме всех градостроительных факторов: природные факторы; санитарные; экономические; планировочные.
- В результате определяют принципы инженерной подготовки территории, восстановления, сохранения и улучшения природных ландшафтов.
2. Разрабатывая генеральный план города, природные условия анализируют в сочетании с другими градостроительными факторами. На основе анализа производят рациональное взаимное размещение функциональных зон города, предусматривают оптимальные резервные территории для его дальнейшего развития.
- В итоге устанавливают комплекс целесообразных мероприятий по освоению, охране и улучшению природной среды.
3. На последующих стадиях проектирования анализ природных условий и их оценка позволяют выбрать наиболее эффективные и экономически выгодные варианты проекта инженерной подготовки жилых и промышленных районов или их защиты от опасных геологических процессов.

С градостроительной точки зрения, территория по степени благоприятности подразделяется на 3 категории:

- 1) благоприятная – вполне пригодна для строительства, легко осваивается, не требует специальных мероприятий по инженерной подготовке (зависят от назначения террито-

рии): для жилой зоны: $i_{\text{поверх}}=5-80\%$, глубина залегания грунтовых вод – 3-7 м (высокий УГВ 2-1.5 м); территория незатопляемая, заболоченность и бессточные участки отсутствуют;

2) неблагоприятная – это ограниченно пригодная территория, её освоение происходит после сложных мероприятий по инженерной подготовке со значительными объёмами и большой их стоимостью. $i_{\text{поверх}}$ – менее 5% и от 80 до 150%, УГВ 1-3 м (высокий УГВ 1.5-0.5 м); затопляемость – max 15 дней, заболочиваемость – легко осушаема.

3) особо неблагоприятная территория – не рекомендуется для освоения $i > 150\%$, УГВ менее 0.5 м; болота грунтового питания, следовательно, трудно осушаемая, затопляемая территория более 15 дней (до 30).

Основой для выбора варианта функционального зонирования, как и определения конкретных мероприятий инженерной подготовки, служит схема планировочных ограничений. Составляется на основе комплексной оценки всех градостроительных факторов.

Цель схемы: выделить границы территорий освоения, которые требуют мероприятия по инженерной подготовке или должны быть исключены из застройки (+ пояснительная записка, в которой обоснованы принятые решения).

В практике строительства в первую очередь застраивают территории, вполне пригодные или требующие относительно несложных мероприятий по инженерной подготовке.

3. Проектирование инженерной подготовки

A. Мероприятия инженерной подготовки по характеру и особенностям делят на 2 группы:

1. Общие мероприятия инженерной подготовки определяют тот обязательный min инженерных работ, который выполняют при освоении территории для градостроительных нужд, проектируют их поэтапно, причем базой для следующего этапа является проектные разработки предыдущего.
2. Специальные мероприятия инженерной подготовки включают защиту территорий от подтопления грунтовыми водами, защиту территорий от затопления, освоение заболоченных территорий, борьбу с оврагами и оползнями, борьбу с карстом, защиту от селевых потоков.

Общие и специальные мероприятия инженерной подготовки встречаются в различных сочетаниях, отличаясь как по сложности, так и по объёму.

Своевременность выполнения мероприятий по инженерной подготовке создаёт благоприятные условия для строительства зданий и сооружений (высокий УГВ – затопляется котлованом, надо заранее понизить УГВ)

Мероприятия по инженерной подготовке целесообразно осуществлять с учётом сохранения ландшафта (Ладзиной). Причём сооружения, возводимые при работах по инженерной подготовке, должны отвечать требованиям архитектурной композиции городских ансамблей, площадей, береговых территорий и соответствовать генплану города. В первую очередь это относится к оформлению откосов и склонов, устройству подпорных стенок, вертикальной планировке и т.д.

Основными видами строительных работ, с помощью которых осуществляется инженерная подготовка, являются:

- земляные работы, связанные с перемещением масс грунта, устройство выемок и насыпей, путём применения землеройных машин, гидромеханизации;
- строительство открытых или закрытых систем водоотвода поверхностных вод;
- строительство дренажных систем для понижения УГВ;
- строительство сооружений для стабилизации поверхности территории (подпорные стенки, дамбы и т.д.);
- укрепление откосов насыпей и естественных откосов при вертикальной планировке в оврагах и на оползневых участках, на берегах рек и т.д.

Б. Инженерное освоение территории и экология

Создавая комфортную для человека искусственную среду, мы рассчитываем на благоприятные последствия, но могут быть и отрицательные, которые проявятся как в процессе преобразования, так и позже, в период эксплуатации.

Выход – комплексный подход:

- 1) на стадии инженерно – геологических изысканий предусматривают охрану земель, растительности, фауны, поверхностных и подземных вод, предотвращают загрязнение воздушной среды;
- 2) проводится анализ окружающей среды и разрабатываются рекомендации по охране природы, по максимальному сохранению ценных природных комплексов и объектов, рациональному использованию природных ресурсов: степень загрязнения водоёмов; степень загрязнения почвенного покрова; прозрачность атмосферы; стабильность рельефа и почвы; шумовой режим и его спектральный анализ.
- 3) разрабатывается очерёдность осуществления мероприятий с учетом max концентрации населения на городской территории.

Эффективность окружающей среды будет max в случае, если:

- проводится долгосрочное прогнозирование экологического потенциала с учётом возможного вреда, наносимого городом;
- на базе этих данных разрабатывается комплексная схема преобразования природной среды и её охраны (обязательно разрабатываются профилактические мероприятия, которые осуществляются при проведении инженерной подготовки).

В. Вопросы экономики в инженерной подготовке городских территорий

Следует иметь в виду, что проведение мероприятий по инженерной подготовке территории иногда требует сравнительно длительного времени (так, в вертикальной планировке при насыпях значительной высоты их осадка продолжается до 2 лет), при сооружении дренажей понижение УГВ также происходит не мгновенно.

Эффективность освоения и инженерной подготовки характеризуется ТЭП использования городских территорий:

- так, сохранение в пределах городской территории неиспользованных участков ведёт к увеличению протяжённости коммуникаций; выход – инженерная подготовка неудобных и неблагоприятных участков;
- затраты на инженерную подготовку зависят от степени благоприятствования природных условий строительству города и его сооружений (это $\approx 3-4\%$ от общей стоимости строительства жилой части города): строительство на торфяных грунтах (выторфование) увеличивает расходы на $\approx 10\%$ и более; строительство на рельефе $i > 60\%$ ведёт к удорожанию общестроительных работ $\approx 7\%$, с высоким УГВ $\approx 4\%$.

Кроме того, необходимо учитывать эксплуатационные расходы:

- дренажные системы требуют наблюдения, ремонта и эксплуатационных работ;
- инженерные сооружения (дамбы, подпорные стенки и т.п.) – надзора за их состоянием.

Разработали специальные методики для определения стоимости работ по инженерной подготовке; причём max влияние оказывает природный фактор:

- 1) условия естественного рельефа ($i = 100\% - 7\%$);
- 2) положение УГВ;
- 3) наличие оврагов $+50\%$, оползней $- +500\%$ и др. особенностей.

Показатели укрупнения: на 1 тыс. жителей; на 1 тыс. м² жилой площади или на 1 га территории.

Снижение расходов даст выбор оптимального варианта размещения функциональных зон города (вариантное проектирование).

ОБЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ

1. Вертикальная планировка городских территорий

- 1.1 Преобразование рельефа для градостроительных целей
 - 1.2 Задачи вертикальной планировки
 - 1.3 Вертикальная планировка на разных стадиях проектирования
 - 1.4 Естественный рельеф и способы его оценки
 - 1.5 Методы вертикальной планировки
 - 1.6 Баланс земляных масс в проектах вертикальной планировки
 - 1.7 Линейная величина смещения проектных горизонталей
 - 1.8 Элементарные задачи вертикальной планировки
 - 1.9 Вертикальная планировка улиц, пешеходных путей и площадей
 - 1.9.1 Городские улицы и дороги
 - 1.9.2 Основные принципы организации улиц
 - 1.9.3 Вертикальная планировка улиц
 - 1.9.4 Вертикальная планировка площадей
 - 1.9.5 Вертикальная планировка пешеходных путей
 - 1.10 Вертикальная планировка межмагистральной территории
 - 1.10.1 Основные принципы организации поверхности межмагистральной территории
 - 1.10.2 Вертикальная планировка межмагистральной территории
 - 1.10.3 Вертикальная планировка при сплошном и частичном преобразовании рельефа
 - 1.10.4 Высотная привязка зданий и сооружений
 - 1.10.5 Вертикальная планировка площадок под отдельные здания
 - 1.10.6 Вертикальная планировка территории с зелеными насаждениями
- ### 2. Организация стока поверхностных вод на городских территориях
- 2.1 Формирование поверхностного стока
 - 2.2 Типы дождевой сети
 - 2.3 Проектирование ливнеотводящей сети
 - 2.3.1 Коэффициент стока
 - 2.3.2 Гидравлический расчет ливневой сети
 - 2.3.3 Гидрологический расчет ливневой сети
 - 2.3.4 Проблемы экологии при организации поверхностного стока

1. Вертикальная планировка городских территорий

Приспособление рельефа для застройки и организации стока поверхностных вод требует продуманного инженерного решения, связывающего в одно целое вопросы создания архитектурно-пространственных композиций застраиваемых территорий, планового и высотного размещения объектов строительства и экономичности.

Вертикальная планировка, являющаяся частью инженерной подготовки, помогает решению этих вопросов.

При проектировании застраиваемой территории возможно:

- 1) максимальное сохранение рельефа, что сокращает объем земляных работ и затраты на инженерную подготовку;
- 2) коренное изменение рельефа на всей территории строительства или на ее отдельных участках, что вызывает большие объемы земляных работ.

1.1 Преобразование рельефа для градостроительных целей

Рельеф является ценным достоянием общества. Поэтому вопросы приспособления рельефа для целей застройки неотъемлемо связаны с вопросами охраны окружающей среды и природных ресурсов. Отсюда один из важнейших основных принципов вы-

сотной организации застраиваемой территории – максимальное сохранение существующего рельефа: почвенного покрова, растительности, естественных форм поверхности.

Из всех природных условий рельеф является наиболее характерным и определяющим состояние поверхности городских территорий. Он является фактором, влияющим на планировку, застройку и благоустройство городов, а также на экономику строительства. Поэтому изменения, внесенные в рельеф, не должны способствовать активизации нежелательных эрозионных, гидрогеологических и гидрологических процессов на спланированной и на смешанной с ней территорией (при отводе поверхностных вод необходимо исключить возможность эрозии почвы; вертикальная планировка не должна приводить к возникновению оползней, просадочных процессов, засолению почв, подтоплению и заболачиванию).

Для достижения единства рельефа и застройки необходима тщательная оценка степени соответствия особенностей рельефа характеру застройки.

Взаимосвязь застройки и рельефа характеризуется двумя основными закономерностями:

- 1) застройка обогащает ландшафт, подчеркивая его основные формы пропорциями сооружений, ритмом их постановки и многоплановостью;
- 2) застройка занимает подчиненное положение по отношению к рельефу, вписывается в ландшафт, не нарушая целостность его восприятия.

Поэтому в холмистой местности по склонам холма размещают застройку, а в понижениях прокладывают улицы и дороги. Если склон состоит из ряда ярусов, то целесообразна рядовая застройка в пределах плоских участков. Уступы можно застраивать террасными зданиями и строчками зданий равной высоты или с постепенным повышением этажности (верхние здания не должны превышать бровки вышележащей террасы, чтобы не выделяться в силуэте). Верх холма при застройке зданиями, расположенными с промежутками один от другого, имеет зубчатый вид: лучше разместить на вершине доминантное здание повышенной этажности с видовыми площадками.

Ярусное построение склонов требует уделить особое внимание застройке бровок ярусов, т. к. она определяет силуэт города. Здесь размещают высотные здания и общественные комплексы. А можно вдоль бровки разместить прогулочные аллеи с видовыми площадками, если с линии бровки ярусов открываются далекие перспективы, но тогда застройка нижних ярусов должна учитывать необходимость раскрытия перспективы.

Особенно бережно необходимо сохранять рельеф в местах расположения памятников истории, природы и культуры. Форма рельефа (холмы, балки, естественные склоны и лощины) обеспечивает единство восприятия природы и сооружения, а также соответствие форм и конструкций памятника природному окружению определенного исторического периода. Кроме того, сами формы рельефа по сути являются памятниками истории или культуры: оборонительные валы древних поселений, скифские курганы, микрорельеф полей исторических сражений (Куликово поле, Бородино).

Не только новая застройка, но просто видоизменение самого рельефа вблизи памятника может легко нарушить исторические взаимосвязи, сместить зрительные акценты, исказить масштабность памятника и окружения, нанести ему тем самым непоправимый урон. Необходим контакт проектировщика с учреждениями археологии и культуры (Академии науки, министерства).

Вертикальная планировка в рассмотренных случаях ограничивается сглаживанием отдельных неровностей поверхности для посадки зданий, прокладки пешеходных и транспортных путей.

В практике градостроительства при коренном преобразовании рельефа на больших территориях чаще всего возникает необходимость поднятия сооружений, чем их понижения. Срезка и выравнивание требуются обычно на небольших участках: размещение зданий, прокладка магистралей на крутых склонах. Коренное преобразование релье-

ефа целесообразно только при особо неблагоприятных природных условиях: при затоплении паводковыми водами, высоком УЧВ, неблагоприятными геологическими условиями, при изрезанности оврагами.

Планируемой поверхности придают минимальный уклон, обеспечивающий отвод поверхностных вод.

1.2 Задачи вертикальной планировки

Вертикальная планировка преобразует, изменяет и приспособливает естественный рельеф к требованиям строительства, планировки, застройки и благоустройства территории. Осуществляется вертикальная планировка путем перемещения земляных масс на основе специально составленных проектов.

К рельефу и его вертикальной планировке предъявляются требования со стороны планировки территории, ее инженерного оборудования и инженерных сооружений. Задача приспособления рельефа для застройки и организации стока поверхностных вод требует продуманного инженерного решения, связывающего в одно целое вопросы экономичности, правильного планового и высотного размещения объектов строительства и создания архитектурно-пространственных композиций застраиваемой территории.

Правильное определение проектных отметок территории и объема земляных работ обеспечивает экономичность и сокращает нормативные сроки выполнения работ.

Вертикальная планировка при творческом подходе к ее решению придает выразительность застраиваемой территории, сохраняя естественный рельеф и дополняя его искусственными преобразованиями.

Так при строительстве на территории с $I = 5-12\%$ стоимость строительства возрастает на 5%, а эксплуатационные расходы на 0,5-11%. Возрастают также и затраты на эксплуатацию городского транспорта в условиях пересеченного рельефа из-за снижения на 5-10% на каждый % подъема. А не используемая в черте застройки территория резко снижает плотность расселения и растянута застройки, следовательно, увеличивается общая стоимость строительства на 3% и увеличиваются эксплуатационные расходы по городу в целом.

Основные задачи вертикальной планировки городских территорий:

- 1) организация поверхностного стока путем обеспечения стока с территории и по улицам города уклонами и направлением его по поверхности к городской подземной водосточной сети;
- 2) создание уклонов улиц и дорог, допустимых для удобного и безопасного движения городского транспорта и пешеходов;
- 3) приспособление рельефа к требованиям застройки кварталов микрорайонов и отдельных зданий и сооружений;
- 4) создание рельефа, благоприятствующего прокладке городских подземных коммуникаций;
- 5) решение частных задач вертикальной планировки при создании уникальных объектов.

При решении вертикальной планировки следует отдать предпочтение изменению рельефа, но необходимо стремиться сохранить поверхностный покров.

1.3 Вертикальная планировка на разных стадиях проектирования

Каждой стадии планировочного проектирования соответствуют определенный объем и содержание проектных разработок по вертикальной планировке территории, которые в одних случаях являются обязательной составной частью проектной документации, а в других случаях служат основой для выработки правильного планировочного решения.

При разработке генплана выполняют схему планировочных ограничений и оценки существующего состояния окружающей среды, на которой выделяют участки территории, в различной степени неблагоприятные по условиям рельефа.

Затем разрабатывают схему высотного решения территории для рационального использования рельефа, обоснованной трассировки уличной сети, отвода поверхностных вод и стока хозяйственно-бытовой канализации. На схеме выделяются участки, требующие значительных объемов срезки или подсыпки грунта. Таким образом, вертикальная планировка служит основой для разработки схемы инженерного оборудования территории.

В состав документации генплана входит «Схема инженерной подготовки территории и прогнозируемого состояния городской среды». В ней представлено высотное решение территории города: это контуры улично-дорожной сети с нанесением отметок пересечения осей улиц друг с другом и в местах резкого изменения рельефа, уклонов и расстояний между точками с отметками, направлений скатов межмагистральной территории, трасс главных коллекторов дождевой канализации, мест выпуска поверхностных вод. Выработанные принципы высотной организации поверхности города являются исходными данными для более детальной проработки на последующих стадиях проектирования.

При разработке проекта детальной планировки в масштабе, соответствующем плановому решению, разрабатывают схему инженерной подготовки и вертикальной планировки, которая отличается от проработок в генплане большей детализацией:

- 1) отметки, существующие и проектные, по осям улиц, проездов, главных пешеходных путей, на красных линиях (по углам квартала и в местах резкого изменения уклона);
- 2) уклоны и расстояния между переломными точками осей улиц и дорожно-транспортных сооружений;
- 3) участки срезки и подсыпки грунта.

Рабочие чертежи вертикальной планировки территории в составе проектов застройки – это:

- | | |
|------------------------------|---------|
| 1) схема организации рельефа | } 1:500 |
| 2) план земляных масс | |

На схеме организации рельефа подробно показывают проектируемый рельеф со степенью детализации, достаточной для его осуществления в натуре. В пределах участка планировочных работ поверхность изображают в проектных горизонталях и приводят проектные отметки характерных точек поверхности и застройки.

Самостоятельным видом проектирования, выполненным на основе утвержденного проекта детальной планировки, являются проекты улиц, площадей, дорожно-транспортных сооружений (разрабатывают в зависимости от сложности в одну или две стадии).

1.4 Естественный рельеф и способы его оценки

Решение задач вертикальной планировки осуществляется на топографическом плане. Наиболее распространены два способа изображения рельефа:

- 1) вынесение на план высот отдельных точек;
- 2) построение горизонталей.

В первом случае на основе отметок трудно судить об особенностях рельефа местности, но для выполнения вертикальной планировки этого материала достаточно (точки выносят во всех характерных местах, но не реже, чем через 50 м (1:2000), 30 м (1:1000), 20 м (1:500)). Таким способом показывают рельеф плотно застроенных кварталов, промышленных территорий, существующих городских улиц и площадей, участков с разными уровнями.

Однако чаще рельеф изображают в горизонталях, которые представляют собой линии, соединяющие точки с одинаковыми отметками. Горизонталы являются удобной формой выражения рельефа территории со средними значениями уклона, а вот территория пойменная, слегка всхолмленная равнина, плато читаются плохо.

Навыки пространственного восприятия рельефа, изображенного горизонталями, легче приобрести, начиная с рассмотрения рельефа микроплощадок – участков, в пределах которых горизонталям свойственно определенное постоянство начертания.

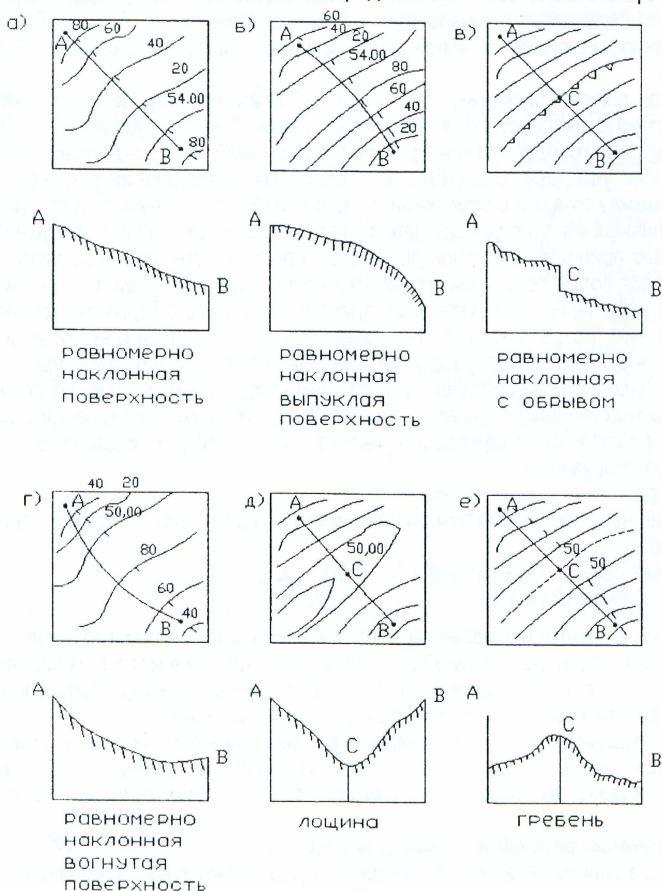


Рис.1.

Так как соседние горизонтали – это линии, проведенные на равных высотах одна от другой (Δh), расстояние между ними в плане заложения (l) обратно пропорционально уклону (i).

$$i = \frac{\Delta h}{l}$$

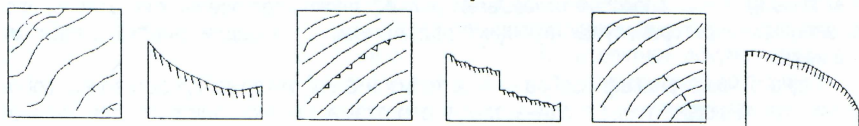


Рис.2.

Так, начерченные параллельно друг другу с равными заложениями (л) горизонтали изображают наклонную плоскость (а). Постепенное сокращение (выпуклому б) или увеличение (вогнутому г) расстояний между горизонталями соответствует выпуклому или вогнутому скату, который может иметь еще и обрыв (в).

Зная закономерности изображения горизонталями простейших поверхностей, можно выявить характерные формы рельефа на сложном плане:

- 1) водораздельные линии отделяют территории, по которым сток поверхностных вод направлен в одну сторону, к наиболее пониженным линиям – тальвегам;
- 2) ряд concentрически проведенных горизонталей в зависимости от того, увеличиваются (вогнутый) ли их отметки к центру или уменьшаются (выпуклый), изображают возвышенность или котловину;
- 3) сгущение горизонталей – крутые склоны;
- 4) большие промежутки между горизонталями – относительно равные террасы.

А их чередование (3 и 4) – это крутые склоны, отделяющие террасы друг от друга.

Склоны редко представляют ровную, равномерно наклоненную плоскость, чаще они плавно изгибаются в плане и профиле, перерезаются оврагами, балками (горизонталы “втягиваются” в направлении более высоких отметок) или образуют мысообразные выступы (горизонталы “выдвигаются” от склона в сторону более низких отметок).

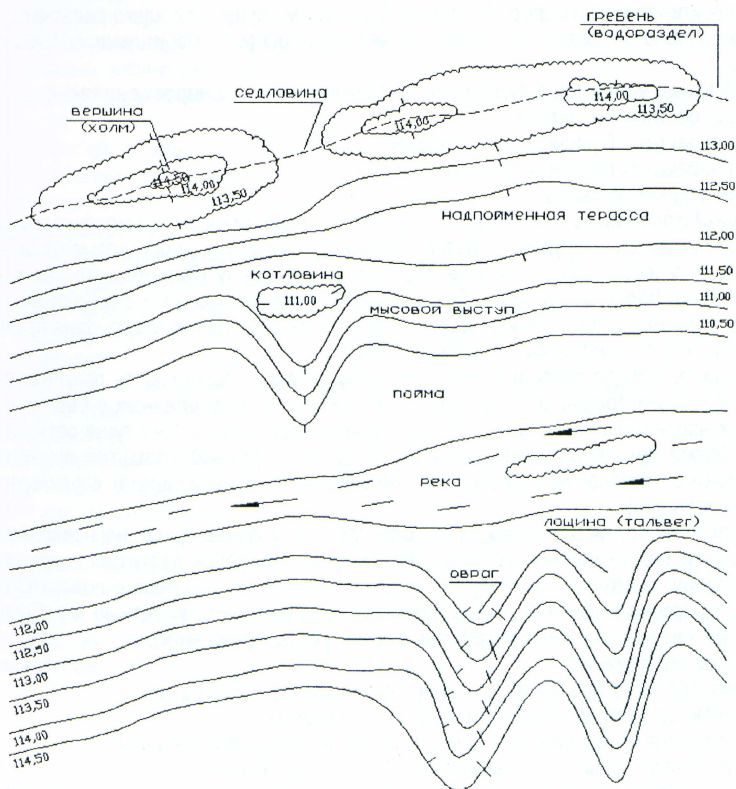


Рис.3.

Кроме выделения основных форм рельефа, дающего его качественную характеристику, первоочередной интерес представляют количественные характеристики:

- 1) перелад высот между отдельными точками (определяется: разность их отметок, найденных по интерполяции между ближайшими к ним горизонталями);
- 2) крутизна поверхности (определяют по заложению между горизонталями).

При оценке местности в первую очередь делают участки с нежелательными уклонами (минимальными или максимальными). Для этого территорию разделяют линиями тальвегов и водоразделов на отдельные скаты с уклонами, направленными в одну сторону. Далее на основе данных минимальных и максимальных уклонов и сечения горизонталей плана определяют величины заложений, которые соответствуют этим уклонам. На измерителе устанавливают эти величины в соответствии с масштабом плана и отыскивают дефектные участки: границы участка – это места, где расстояния между горизонталями по линии наибольшего ската превышают заложение, которое соответствует минимальному уклону или сокращаются до величины, меньшей заложения при максимальном уклоне (участки штрихуют).

1.5 Методы вертикальной планировки

Объем и подробность разработки проекта вертикальной планировки зависят от стадии проектирования и определяются особенностями существующего рельефа.

Вертикальная планировка осуществляется на основе специально составленных проектов.

Основными методами проектирования вертикальной планировки являются:

- 1) метод проектных профилей;
- 2) метод проектных (красных) горизонталей;
- 3) метод проектных (красных) отметок;
- 4) комбинированный метод.

Метод проектных профилей, продольных и поперечных, применяют при проектировании линейных сооружений: автомобильных и железных дорог, трамвайных путей и подземных сетей, а также при проектировании территорий специального назначения: это могут быть большие площади без застройки (поля орошения и фильтрации, аэродромы, ипподромы и др.). Целесообразно применять этот метод при общем принципиальном решении рельефа без его детализации.

Сущность метода состоит в том, что изображаемую поверхность представляют в виде совокупности профилей, построенных по сечениям, проведенных в различных характерных направлениях на плане проектируемой поверхности. Чем гуще сетка профилей, тем более детально показывается проектируемый рельеф (масштаб принимают в соответствии с назначением территории, требованиями детализации и характера естественного рельефа).

Фактически при использовании метода профилей проектируют не поверхность, а отдельные ее вертикальные сечения (пересечения площадок вертикальными плоскостями по линии профиля), поэтому лучше воспринимаются изменения поверхности, то есть высота срезки и насыпки, легче оценить существующие, проектные и рабочие отметки точек, лежащих на линии профиля, а также уклон между ними.

При проектировании:

- 1) разбивается сетка профилей на плане проектируемой территории;
- 2) составляются профили по обоим направлениям сетки;
- 3) проектируются профили в их взаимной увязке в местах пересечения;
- 4) подсчитывается объем земляных работ (выемок и насыпей).

Сетка профилей разбивается по квадратам или прямоугольникам, размеры зависят от стадии проектирования, размеров территории и ее назначения и сложности рельефа

(для малых территорий 20-40 м или 50 м, для больших незастроенных и специального назначения 100-200 м).

Следует отметить, что характерные сечения для улиц и дорог – их ось, для рельсовых путей метро, трамвая, ж/д – плоскость продольного сечения проходит по головке рельса.

На профилях указывают: существующие отметки; проектные отметки; рабочие отметки, показывают высоту насыпи или выемки; уклоны и расстояние между пикетами; точки перелома рельефа.

Для наглядности вертикальные и горизонтальные профили выполняют в разных масштабах (вертикальный увеличивают \approx в 10 раз). Так, продольный профиль улицы проектируют горизонтальный масштаб 1:500 (1:1000), а вертикальный 1:50 (1:100).

Для поперечного профиля улиц и дорог соотношение масштабов 1:2.

Весь объем проектных работ по вертикальной планировке методом профилей выполняется поэтапно:

- 1) на первом этапе определяется положение секущих плоскостей;
- 2) на втором этапе строится существующий рельеф по каждому сечению, причем для улиц линию существующего рельефа формируют на профиле по отметкам пикетов, точек перелома рельефа, пересечения и изломов трассы; для специальных территорий – по отметкам характерных точек рельефа и пересечений сетки;
- 3) на третьем этапе строится профиль проектного рельефа, его высотное положение устанавливается в соответствии с нормативными требованиями к улицам или территории;
- 4) заключительным этапом является перенос проектных отметок на план в точке пересечения профилей сетки, которые кроме того увязывают между собой отметки каждой из точек.

Недостатки:

- Метод профилей является трудоемким из-за большого количества профилей значительной протяженности, которые проектируются одновременно.
- Особенно сложно увязать проектные отметки в точках пересечения профилей.
- Объемы земляных работ выясняются только после окончания работ.

Метод проектных (красных) отметок применяется на первом этапе высотного решения территории (т.е. на предварительном этапе проектирования) и при разработке детальной вертикальной планировки для равнинного или сложного рельефа.

При проектировании этим методом рельеф отображают отметками: на схеме генплана, выполненного на геоснове, отображающей существующий рельеф территории в отметках или горизонталях, в характерных точках наносят проектные (красные) отметки.

Проектные отметки наносят:

- по осям улиц и дорог в точках их взаимного пересечения;
- в местах намечаемых переломов (изменения уклона) продольных профилей;
- на пересечении улиц и дорог;
- у искусственных сооружений;
- в местах намечаемых значительных подсыпок или срезов.

На участках между проектными отметками поверхность в профиле проектируется прямолинейного очертания.

Однако, если на равнинном рельефе достаточно полное представление о проектной поверхности можно составить по отметкам, заданным в характерных точках территории, то в условиях сложного и гористого рельефа этот метод требует сочетания с другими.

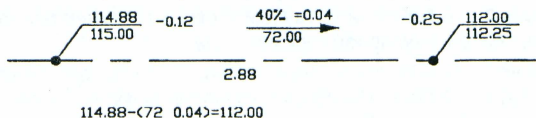


Рис.4.

Метод проектных (красных) горизонталей используется при проектировании рельефа территории компактной конфигурации: межмагистральных пространств, площадей, перекрестков улиц.

Проектируемая поверхность изображается непосредственно на плане по тому же принципу, что и естественный рельеф: проектные горизонтали являются проекциями пересечения проектного рельефа горизонтальными плоскостями, которые проведены на определенных равных расстояниях по высоте друг от друга.

Новый рельеф, выраженный проектными горизонталями, легко читается; так как отметку любой точки на плане легко находят по интерполяции между соседними проектными горизонталями.

Особенно удобно изображать микрорельеф с часто меняющимися уклонами. Этот метод позволяет совместить план и вертикальную планировку на одном чертеже.

Поэтому метод проектных горизонталей получил широкое распространение при проектировании городских улиц, кварталов и микрорайонов.

Проектные горизонтали отражают результаты работ по проектированию рельефа, основанные на аналитических расчетных методах, и дают наглядное и четкое представление о проектном рельефе.

Для четкого восприятия необходимо соблюдать оптимальную густоту проектных горизонталей: они не должны быть крайне редкими при плоском рельефе или излишне густыми при крутом (необходимо сечение увязать с уклоном рельефа и масштабом: i до 5‰ – 0,1, $i = 15-30\%$ – 0,2 для М 1:500).

Расстояние между горизонталями характеризует величину уклона (см. элементарные задачи вертикальной планировки).

Основные свойства горизонталей:

- все точки, лежащие на одной горизонтали, имеют одинаковую и равную значению горизонтали отметку;
- признаком постоянного значения уклона являются одинаковые расстояния между горизонталями ($a - 3$);
- угол, образованный горизонтально, направленный вершиной в сторону более низких отметок, обозначает гребень (a), а в сторону более высоких – пониженное место, лоток (b);

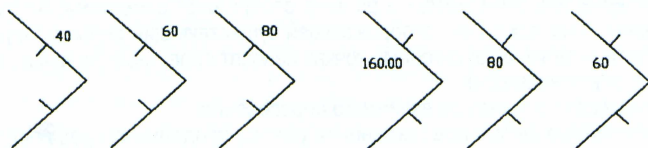


Рис.5.

- разрывы горизонталей у планировочных элементов, пересечение разноименных горизонталей показывают вертикальную стенку, высотой равную разности отметок пересекающихся горизонталей ($b, г$);
- замкнутые горизонтали, концентрически расположенные одна в другой, выражают холм, если внутри лежат более высокие горизонтали ($д$), или котловину, при расположении внутри более низких горизонталей ($е$);
- поверхностные воды с планируемой площадки стекают по линии наибольшего ската, т.е. в направлении, перпендикулярном горизонталям;
- горизонтали, выражающие плоскость, параллельны и расположены на равных расстояниях одна от другой, а представляющие криволинейную поверхность – непараллельны ($и$), или параллельны, но имеют переменное заложение ($к$);

– в отличие от горизонталей топографического плана, которые изображают поверхность, сглаженную под воздействием природных и антропогенных факторов и имеющих плавное криволинейное очертание, проектные горизонтали, характеризующие искусственно создаваемую поверхность из сопрягаемых плоскостей, обычно прямолинейны.

Рассмотренные формы поверхностей и способы их выражения проектными горизонталями практически исчерпывают все случаи, встречающиеся в инженерной практике.

При проектировании руководствуются элементарными правилами изображения рельефа в горизонталях:

- 1) в пределах плана территории горизонтали не должны менять принятого сечения;
- 2) одноименные горизонтали не пересекаются (исключая пересечение местности отвесной стеной);
- 3) горизонтали не обрываются в пределах плана.

Горизонтали показываются сплошными линиями, а для лучшего восприятия целые горизонтали (127.00, 128.00) показываются утолщенными.

При помощи проектных горизонталей возможно увеличить или уменьшить крутизну склона, произвести уположение откоса, произвести засыпку пониженных мест и т.п., а также придать рельефу ту или иную форму в соответствии с условиями проектирования. При этом возможны варианты решения: создание уклонов для стока воды с участка может быть осуществлено по треугольной или трапецидальной системе плоскостей с различным положением гребня.

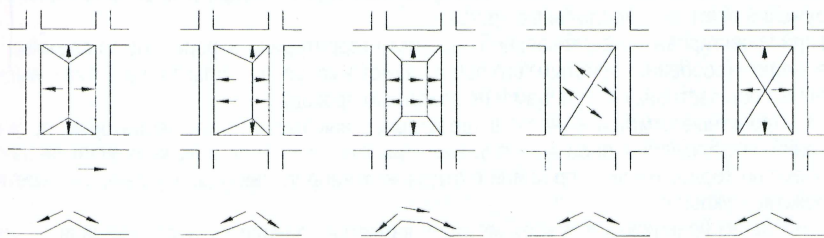


Рис.6.

Варианты проектных плоскостей в квартале.

Смягчение уклона местности и уменьшение разности в сопрягающихся уклонах осуществляется изменением положения горизонталей (ровнее и шаг больше).

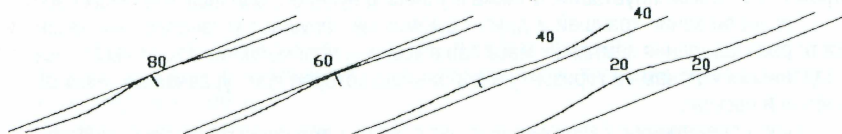


Рис.7.

Выравнивание рельефа производят засыпкой впадин и срезкой бугров и возвышенностей.

Проектные горизонтали наносятся на план только на участках преобразования рельефа (насыпь или выемка). На участках, где сохраняется естественный рельеф, проектные горизонтали совпадают с горизонталями естественного рельефа. А при выходе за пределы преобразуемого участка проектные горизонтали присоединяются к горизонталям сохраняемого рельефа (граница участка — линия, соединяющая точки присоединения проектных горизонталей к горизонталям сохраняемого рельефа).

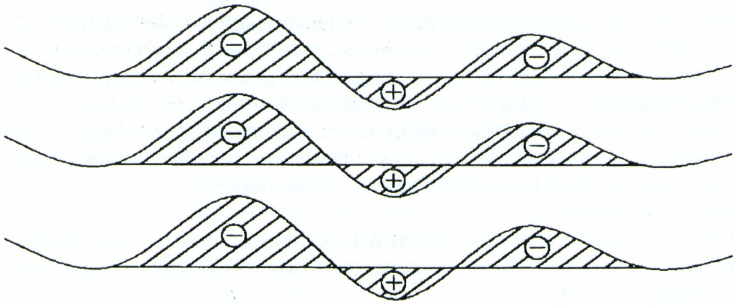


Рис.8.

Недостатки:

– Сложность определения объема земляных работ и невозможность даже ориентировочной его оценки по ходу проектирования рельефа.

Комбинированный (смешанный) метод – одновременно используется несколько методов:

1) при проектировании вертикальной плоскости уличной сети на среднем или сложном рельефе, при проектировании транспортных пересечений в разных уровнях целесообразно весь чертеж выполнить методом проектных горизонталей, а по осям линейных сооружений построить продольные профили;

2) при проектировании вертикальной плоскости территории микрорайона со сложным рельефом (особенно гористым) его преобразуют выборочно, только на участках, выделенных под застройку, по улицам и пешеходным переходам.

Проектные отметки выносят в характерных высотных точках территории, по углам зданий, сооружений и площадок под них. Высотное решение основных улиц решают в проектных горизонталях + профили в отдельных направлениях для уточнения отметок и проектных уклонов.

Общим принципом для всех методов является принцип уравнивания объемов земляных масс. Наиболее удачно этот принцип работает в графо-аналитическом методе: независимо от разнообразия естественной поверхности и особенностей проектируемого на ней рельефа с траншеями, котлованами и т.д. легко и просто определяется такое высотное положение проектных плоскостей, которое удовлетворяет не только требованиям строительства и эксплуатации, а также и условию нулевого баланса земляных работ.

Существование траншей и других выемок не нарушает установленной закономерности распределения земляных масс при высотном перемещении проектных плоскостей с заданными уклонами и горизонту в положение, которое дает уравновешенные объемы выемки и насыпи.

При определении рациональной высоты перемещения проектных плоскостей в расчет принимают всю площадь планируемого участка, а не часть, свободную от застройки. Поэтому независимо от сложности в изменениях объемов выемки и насыпи, связанных с перемещением проектных плоскостей по перпендикуляру (т.е. без изменения угла наклона проектных плоскостей к горизонту), имеется закономерность:

$$A \cdot h_0 \pm V_0 = 0,$$

где A – площадь планируемого участка вместе с застройкой и мощением, на которой производится вертикальная планировка;

h_0 – поправка к проектным отметкам планируемой площадки;

$\pm V_6$ – недостаток (+) или избыток (-) грунта, образующийся при суммировании объемов от всех видов земляных работ, производимых на стройплощадке.

Если необходимо выделить грунт в определенном объеме на сторону (-с) или использовать его со стороны (+с), то высоту поправки определяют по формуле:

$$A \cdot h_0 \pm V_6 = \pm c$$

1.6 Баланс земляных масс в проектах вертикальной планировки

Объем перемещаемого грунта является одним из основных показателей, определяющих достоинства проекта вертикальной планировки при вариантном проектировании.

Для определения объема земляных работ в проектах вертикальной планировки, выполненных по методу проектных горизонталей, разрабатывают дополнительный чертеж – картограмму земляных работ.

Для этого на плане с контурами застройки разбивают сетку квадратов, увязанную со строительной координатной сеткой.

В зависимости от сложности рельефа и требуемой точности расчетов размеры стороны квадрата принимают 10, 20, 25, 40 и 50 м (по краям площадки возможны фигуры, отличные от квадрата).

В вершинах квадратов вписывают существующие (ниже), проектные (верх) и рабочие (слева) отметки.

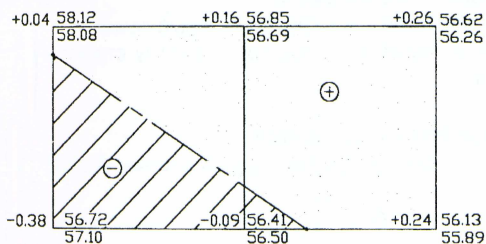


Рис.9.

Существующие (черные) отметки определяют методом интерполяции по существующим горизонталям, а красные отметки – по проектным горизонталям. Рабочие отметки – это их разность.

Между вершинами с разнозначными рабочими отметками определяют места нулевых работ. Линии, соединяющие смежные точки нулевых работ на сторонах квадратов, отделяют участки насыпей от выемок.

Объем земляных работ в квадратах без нулевой линии (полные квадраты) определяют по формуле:

$$V = \frac{(\sum h) \cdot F}{4};$$

где h – рабочие отметки по углам квадрата; F – площадь квадрата.

В других фигурах определяют площадь (треугольник, трапеции – разбить), умноженную на среднюю отметку.

Затем подсчитывают объем насыпи и выемки в пределах площадки.

Баланс земляных масс учитывает, кроме объемов насыпей и выемок вертикальной планировки, грунты, остающиеся в излишке после проведения работ по сооружению фундаментов, зданий и сооружений; устройству подвалов; строительству улиц и дорог; прокладке подземных коммуникаций.

Ориентировочно эти объемы определяют так:

1) для фундаментов зданий без подвалов:

$$Q = (1 + \rho / 100) \sum_{i=1}^n b \cdot H_{\phi} \cdot l,$$

где ρ – процент остаточного разрыхления грунта;

b и l – ширина и длина фундамента, м;
 H_{Φ} – глубина заложения фундаментов, м;

2) для подвалов зданий:

$$Q = (1 + \rho / 100) \sum_{i=1}^n F \cdot H_n,$$

где F – площадь подвала, м²;

H_n – глубина подвала, м;

3) для траншей подземных инженерных коммуникаций:

$$Q = (1 + \rho / 100) \sum_{i=1}^n (\omega_1 \cdot l_c + \omega_2 \cdot H_k \cdot n),$$

где ω_1 – площадь сечения трубопровода по наружному диаметру, м²;

l_c – длина трубопровода, м;

ω_2 – площадь колодца в плане, м²;

H_k – высота колодца, м;

n – число колодцев;

4) для конструкций дорожных одежд проездов:

$$Q = (1 + \rho / 100) \sum_{i=1}^n h \cdot B \cdot l_n;$$

где h – толщина дорожной одежды, м;

B – ширина проезда, м;

l_n – протяженность проезда в зоне выемки, м.

В пределах планируемой территории могут быть грунты, которые заменяют на более прочные (торфяной грунт или снятие почвенного покрова), поэтому строят аналогичную картограмму для таких участков.

1.7 Линейная величина смещения проектных горизонталей

В мм (при повышении плоскостей – вниз по уклону; при понижении плоскости – вверх по уклону).

$$l = \frac{h_0 \cdot 10}{i \left(\frac{0}{\infty} \right) \cdot M} = \frac{10}{10 \cdot 500} = 0.002,$$

h_0 – высота поправки; i – уклон; M – масштаб; h_0 из формулы: $F \cdot h_0 \pm V = \pm C$

1) F – площадь участка вместе с застройкой и дорожным покрытием, за исключением участков, где рельеф сохраняется в естественном состоянии;

h_0 – поправка к проектным отметкам планируемой поверхности;

2) $\pm V$ – недостаток (+) или избыток (-) грунта, который образовался при суммировании всех видов земляных работ на площадке (участке).

3) $\pm C$ – заданный объем удаляемого (-) или завозимого на площадку грунта (с учетом рельефа, гидрологических условий или отсутствия растительного слоя). При отсутствии такой необходимости принимаем $C = 0$.

1.8 Элементарные задачи вертикальной планировки

1. Нахождение проектных отметок точек на наклонной прямой.

2. Нахождение отметок точек, лежащих на красных линиях квартала.

3. Определение отметок угла квартала.

4. Изображение проектными горизонтальными наклонной поверхности.

5. Построение проектных горизонталей на участке улицы.

6. Проектирование сопряжений проектируемого участка с существующей поверхностью.

ЗАДАЧА №1.

Нахождение проектных отметок точек на наклонной прямой.

Во всех случаях проектирования рельефа необходимо определить местоположение точки с заданной отметкой ($H_C = 25,42$) на прямой, которая проходит через точки А и В с известными отметками: $H_A = 25,55$; $H_B = 25,20$.

Расстояние между точками А и В равно 34,2 м.

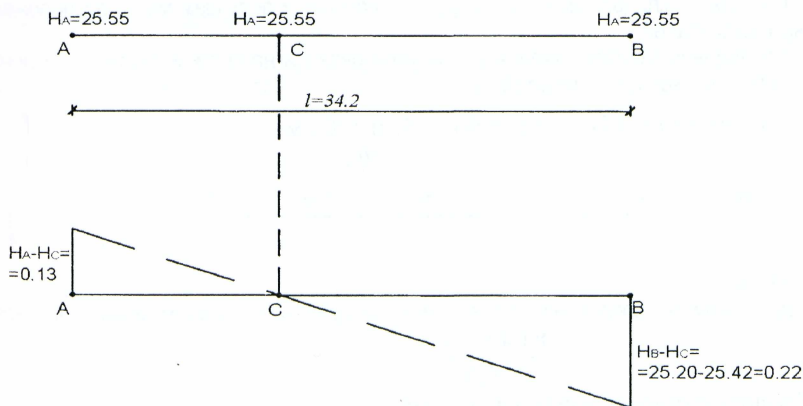
Решение:

- а) Расстояние от т. А до т. С определяем по формуле:

$$x = \frac{l \cdot (H_A - H_C)}{H_A - H_B} = \frac{34,2 \cdot (25,55 - 25,42)}{25,55 - 25,20} = 12,7 \text{ м}$$

- б) Задачу можно решить графически.

В т. А и В в противоположных направлениях восстанавливают перпендикуляры к отрезку АВ, на которых в произвольном масштабе откладываем превышение т. А и т. В относительно т. С. И тогда пересечение отрезка АВ и линии, соединяющей концы перпендикуляров, даст нам положение т. С.



Разновидность этой задачи: определение мест с отметками проектных горизонталей на отрезке наклонной прямой с известными отметками его концов, т.е. градуирование прямой.

Известно: т. А=45,79; т. В=46,95; $L_{AB}=96,80$ м

заложение (сечение) горизонталей $h=0,2$ м

Решение: определяем положение точек, которые соответствуют отметкам целых горизонталей, т.е. 20,40,60..., для этого:

- а) Вычисляем уклон отрезка АВ

$$i = \frac{H_B - H_A}{L_{AB}} = \frac{46,95 - 45,79}{96,8} = 0,012 \text{ м}$$

- б) Определяем превышение т. А=45,79 и ближайшей к ней целой по значению горизонталью 45,80

$$45,80 - 45,79 = 0,01 = h_1$$

- в) Зная уклон $i=0,012$ и превышение $h_1=0,01$ м, определяем величину заложения

$$l_1 = \frac{h_1}{i} = \frac{0,01}{0,012} = 0,83 \text{ м}$$

г) Определяем превышение т. В=46,95 к ближайшей к ней целой горизонтально 46,80 (с учетом направления уклона)

$$46,95 - 46,80 = 0,15 = h_2$$

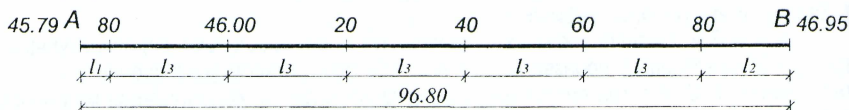
д) Величина заложения

$$l_2 = \frac{h_2}{i} = \frac{0,15}{0,012} = 12,5 \text{ м}$$

е) Определяем заложение (расстояние) между целыми соседними горизонталями

$$l_3 = \frac{h}{i} = \frac{0,2}{0,012} = 16,7 \text{ м}$$

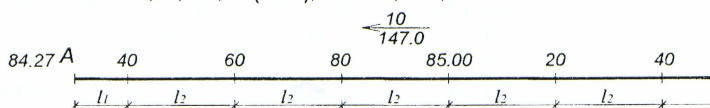
В результате:



На плане откладываем в масштабе все значения и получаем место расположения целых горизонталей.

Нахождение местоположения целых горизонталей на прямой заданного уклона и известной отметкой одной из ее точек:

Известно: т. А=84,27; $i=0,01$ (10‰); $l=147$ м; $h=0,2$ м



Решение:

а) Определяем местоположение ближайшей целой горизонтали с учетом направления уклона

$$\frac{84,40 - 84,27}{0,01} = 13,0 \text{ м} = l_1$$

б) Расстояние между целыми горизонталями

$$l_2 = \frac{h}{i} = \frac{0,2}{0,01} = 20,0 \text{ м}$$

в) Определяем отметку т. В

$$84,27 + (147 \cdot 0,01) = 84,27 + 1,47 = 85,74$$

ЗАДАЧА №2.

Нахождение отметок точек, лежащих на красных линиях квартала.

В проектах детальной планировки и вертикальной планировки улиц и участков под выборочное строительство необходимо знать отметки точек, лежащих на красных линиях (эти отметки являются опорными при решении поверхности участка, что обеспечивает единство вертикальной планировки всей межмагистральной территории):

- 1) углов квартала;
- 2) на осях въездов на внутриквартальную территорию;
- 3) в местах резкого изменения рельефа.

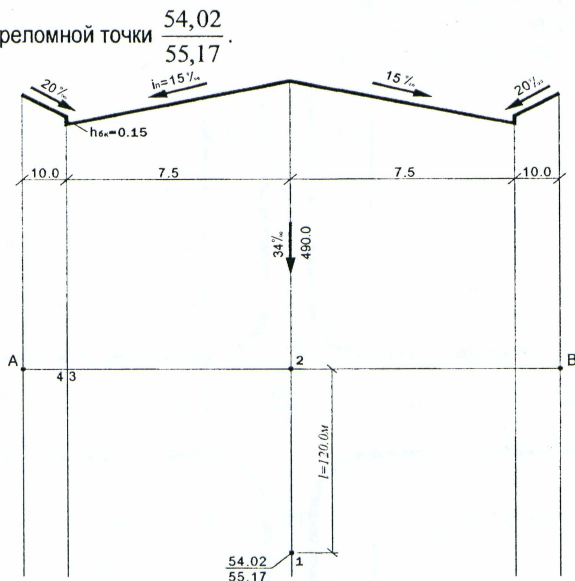
Отметки красных линий определяют на основе высотного решения улицы, это:

- 1) отметки переломных точек продольного профиля;
- 2) уклоны и расстояния между переломными точками;
- 3) типовой поперечный профиль улицы.

Эти исходные данные дают возможность легко определить отметки любой точки на красной линии: последовательно определяются отметки характерных точек поперечного профиля улицы в сечении, которое проходит через интересующую нас точку.

Дано:

1. Продольный уклон дороги 34‰;
2. Поперечный профиль:
 - а) ширина проезжей части 1 полосы – 7,5 м; поперечный уклон – 15‰;
 - б) ширина тротуара – 10 м; поперечный уклон – 20‰;
 - в) высота бортового камня – 0,15 м
3. т. А лежит на красной линии в сечении, удаленном от переломной точки на расстоянии 120 м
4. Отметка переломной точки $\frac{54,02}{55,17}$.



Решение:

1. Определяем отметку т.2, находящуюся в сечении А-В

$$H_2 = H_1 + i \cdot l = 54,02 + 0,034 \cdot 120 = 58,1$$
2. Определяем отметку лотка проезжей части в сечении А-В

$$H_3 = 58,1 - 7,5 \cdot 0,015 = 57,99$$
3. Определяем отметку верха бортового камня

$$H_4 = 57,99 + 0,15 = 58,14$$
4. Определяем отметку т.А

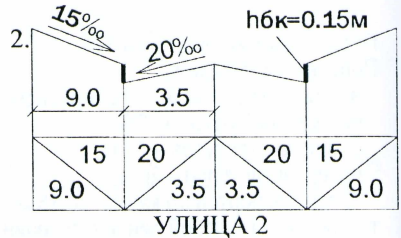
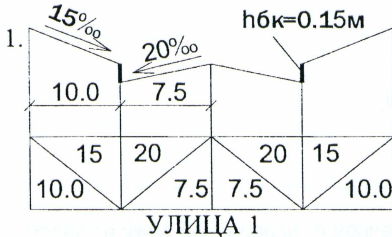
$$H_A = H_4 + i_{\text{трот}} \cdot b_m = 58,14 + 10 \cdot 0,02 = 58,34 \text{ м}$$

ЗАДАЧА №3.

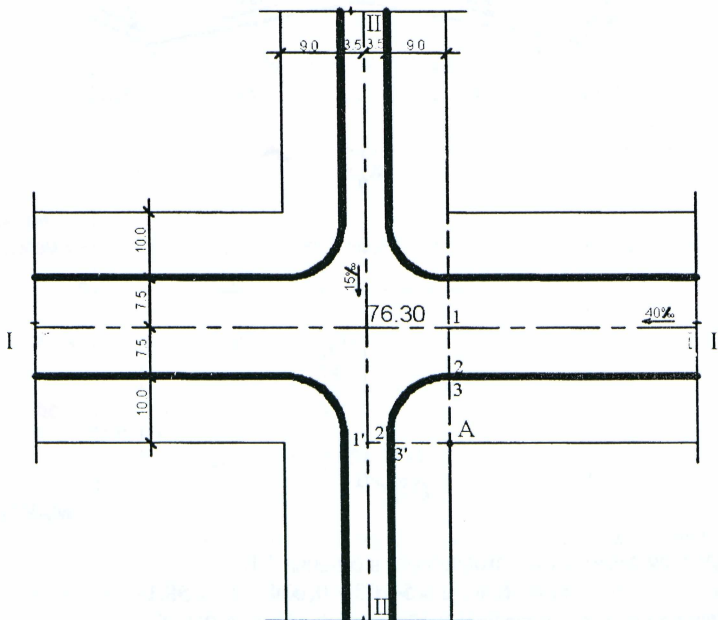
Определение отметки угла квартала.

Дано:

1. Поперечный профиль существующей улицы 1;
2. Поперечный профиль существующей улицы 2;



3. Продольный уклон улицы 1 – 45‰;
4. Продольный уклон улицы 2 – 35‰;
5. Отметка пересечения осей улиц 76,30



Отметка угла квартала т. А определяем последовательно на основе поперечного профиля и продольного уклона сначала одной, а затем другой улицы, т.е. получаем два значения т.А

Определение отметки т. А проводим с учетом допустимых уклонов тротуарных полос обеих улиц.

Решение:

1. Отметка т.1 (улица I)

$$H_1 = 76,30 + (3,5 + 9,0) \cdot 0,040 = 76,80$$

$$H'_1 = 76,30 - (7,5 + 10) \cdot 0,015 = 76,04 - \text{т. I' улица II}$$

- 2.

$$H_2 = H_1 - 7,5 \cdot 0,02 = 76,80 - 0,15 = 76,65$$

$$H'_2 = H'_1 - 3,5 \cdot 0,02 = 76,04 - 0,07 = 75,97$$

- 3.

$$H_3 = H_2 + h_{\text{БК}} = 76,65 + 0,15 = 76,80$$

$$H'_3 = H'_2 + h_{\text{БК}} = 75,97 + 0,15 = 76,12$$

4. т.А из сечения улицы I

$$H_A = H_3 + 10 \cdot 0,015 = 76,80 + 0,15 = 76,95$$

из сечения улицы II

$$H'_A = H'_3 + 9 \cdot 0,015 = 76,12 + 0,14 = 76,26$$

допустимый max уклон тротуара 0,06.

Необходимо уравновесить значение т. А (т.к. одна и та же точка не может иметь два значения):

1. Улица I: берем $\min h_{\text{БК}} = 0,08 \text{ м}$

$$H_3 = H_2 + h_{\text{БК}} = 76,65 + 0,08 = 76,73$$

2. Улица I: берем $\min i_{\text{тротуар}} = 0,004$

$$H_A = H_3 + 10 \cdot 0,004 = 76,73 + 0,04 = 76,77$$

3. Улица II: берем $\max h_{\text{БК}} = 0,2 \text{ м}$

$$H'_3 = H'_2 + h_{\text{БК}} = 75,97 + 0,2 = 76,17$$

4. Улица II: берем $\max i_{\text{тротуар}} = 0,06$

$$H'_A = H'_3 + 9 \cdot 0,06 = 76,17 + 0,54 = 76,71$$

Вывод:

Т.к. разница составляет 0,06, то необходимо менять профиль улицы.

ЗАДАЧА №4.

Изображение наклонной поверхности.

Во всех случаях, когда проектируемое пространство может быть разделено лотками, декоративными стенками, линиями газонов и цветников на отдельные микроплощадки, поверхность которых соответствует высотному решению ограничивающих их линий, для изображения проектной поверхности этих площадок используют следующий прием:

- а) по отметкам по контуру:

Дано: площадка, ограниченная линиями, проведенными через точки с известными проектными отметками (они известны из расчетов, профилей или же заданы).

Определить: местоположение проектных горизонталей.

Производим градуирование прямых ограничивающих площадку для определения местоположения проектных горизонталей.

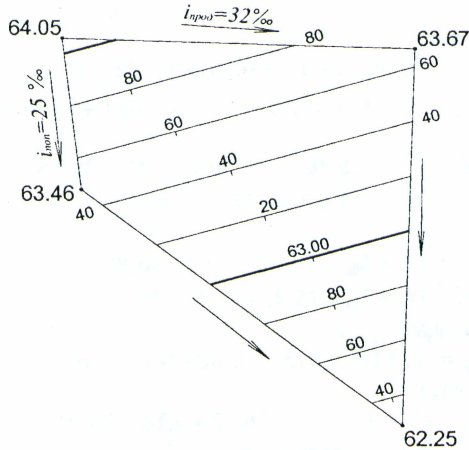
1. 64,05 и 63,67 – между этими точками проходят только 2 горизонтали: 64,00 и 63,80.

Определяем расстояние до целой горизонтали 64,00, а затем расстояние между ними.

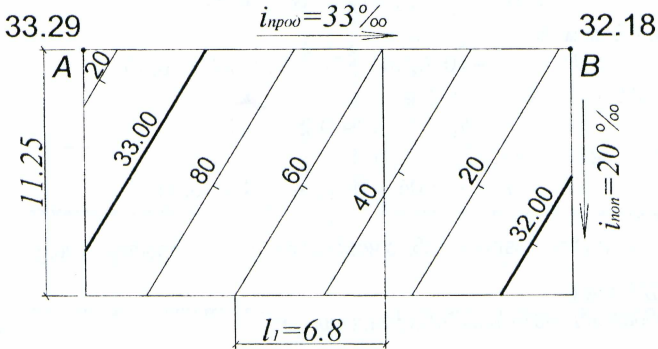
2. 63,67 и 62,25 – 63,60, 63,40, 63,20, 63,00, 62,80, 62,60, 62,40, т.е. 7 горизонталей.

3. 64,05 и 63,46 – 64,00, 63,80, 63,60, т.е. 3 горизонтали.

4. 63,46 и 62,25 – 63,40, 63,20, 63,00, 62,80, 62,60, 62,40, т.е. 6 горизонталей.

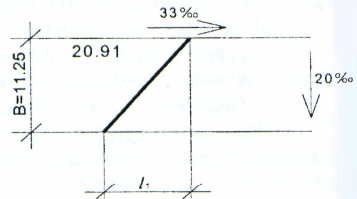


б) по двум отметкам прямой, при постоянном поперечном и продольном i :
 Дано: $i_{\text{прод}} = 33\text{‰}$; $i_{\text{поп}} = 20\text{‰}$; $A=33,29$; $B=32,18$; Ширина площадки = 11,25 м
 Определить: положение проектных горизонталей.



Решение:

1. Проводим градуирование только одной стороны площадки (АВ) 33,29 и 32,18. Между ними 6 горизонталей: 33,20, 33,00, 32,80, 32,60, 32,40, 32,20.
2. Строим только одну горизонталь посредине, пусть 32,60, т.к. уклоны постоянны в обоих направлениях, то это дает возможность провести остальные горизонталы параллельно уже построенной через точки, найденные на градуированной стороне.
3. Определяем отклонение горизонтали от \perp к продольной стороне:



$$l_1 = \frac{B \cdot i_{\text{поп}}}{i_{\text{прод}}} = \frac{11,25 \cdot 0,02}{0,033} = 6,82 \text{ м, где } B - \text{ширина площадки, м}$$

ЗАДАЧА №5 (I).

Построение проектных горизонталей на участке улицы с продольным уклоном.

Горизонталю являются проекциями линий пересечения планируемой поверхности с горизонтальными плоскостями, которые проведены на определенных уровнях. Места расположения точек с высотами, которые соответствуют горизонталям на линиях в плане, можно построить при помощи профиля этих линий.

Сейчас мы построим профили характерных продольных элементов улицы – осей, лотков, верха бортовых камней, красных линий.

Расстояние между этими линиями в профиле по высоте соответствует превышению их одна относительно другой: верх бортового камня выше лотка на 0,15 м и т.п.

Путем проекции на соответствующую линию плана точки пересечения линии профиля с горизонтальной линией, соответствующей отметке горизонталей, находят местоположение горизонталей на линии плана.

Так можно поочередно проградировать линию оси, лотков, красных линий и затем, соединив точки одноименных отметок, провести проектные горизонталю.

Горизонталю проезжей части имеют М-образное начертание, т.к. горизонталю отражают наклон проезжей части, как вдоль, так и в поперечном направлении.

Острие горизонталю направлено вдоль уклона.

Результирующий уклон направлен перпендикулярно горизонталю от оси под углом в направлении лотков, в этом же направлении стекают поверхностные воды.

Чем меньше продольный уклон, тем больше расстояние между горизонталями и тем острее их очертание.

По линии бортовых камней осуществляется сдвиг горизонталей в сторону уклона, т.е. горизонталь проходит фактически по вертикальной грани бортового камня и поэтому на плане ее проекция совпадает с линией борта.

В пределах тротуара горизонталю отражают главное условие: за счет поперечного и продольного уклонов обеспечивается отвод поверхностных вод от красных линий к лотку в направлении продольного уклона под углом к оси. При этом степень наклона горизонталей, как и на проезжей части, зависит от сочетания величин продольного и поперечного уклона.

Графическое построение горизонталей при помощи профилей очень трудоемко и неоправданно, поэтому проектные горизонталю строят расчетным путем по формулам, которые легко выводятся из рассмотрения профилей:

1. Расстояние от точки с известной отметкой на оси до ближайшей горизонталю

$$A_1 = \frac{\Delta H}{i_{\text{прод}}} \text{ с учетом шага горизонталей.}$$

ΔH – разность отметок известной точки и ближайшей горизонталю, м.

$i_{\text{прод}}$ – продольный уклон.

2. Расстояние между горизонталями, при сечении горизонталей Δh , по оси в плане

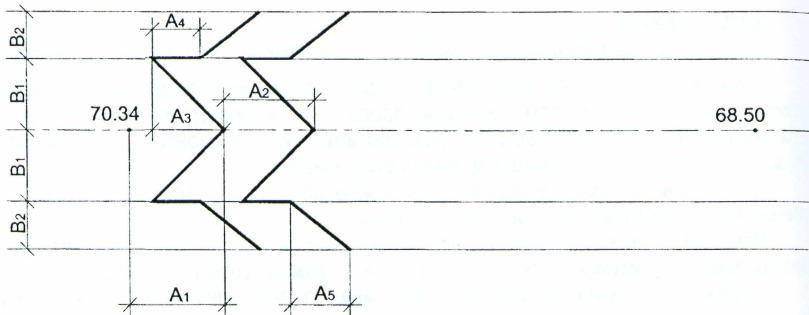
$$A_2 = \frac{\Delta h}{i_{\text{прод}}} \quad \Delta h \text{ принимаем } 0,2 \text{ м}$$

3. Смещение горизонталю от оси к лотку проезжей части (предыдущие задачи)

$$X_1 = A_3 = \frac{B_1 \cdot i_{\text{поп}}}{i_{\text{прод}}}$$

4. Место выхода горизонталю от лотка на верх бортового камня при его высоте h_0

$$A_4 = \frac{h_0}{i_{\text{прод}}}$$



5. Смещение горизонтали на тротуаре от бортового камня к красной линии

$$A_5 = \frac{B_2 \cdot i_{\text{прод}}}{i_{\text{попр}}}$$

B_2 – ширина тротуара; $i_{\text{прод}}$ – поперечный уклон тротуара.

Но! Эти формулы пригодны при постоянном уклоне в пределах рассматриваемых участков. Так, если продольный уклон тротуара имеет значение, отличное от уклона по оси проезжей части, то формулы дают ошибки. Поэтому план улицы разбивают на отдельные участки с постоянным уклоном.

ЗАДАЧА №5 (II).

Построение проектных горизонталей на участке улицы, не имеющей продольного уклона.

Для Западной Беларуси характерен рельеф с *min* уклонами, а также участки без уклона. При строительстве дорог мы руководствуемся принципом *min* земляных работ, а чтобы создать даже *min i* (0,005) на безуклонных участках, мы закладываем необоснованные объемы земляных работ.

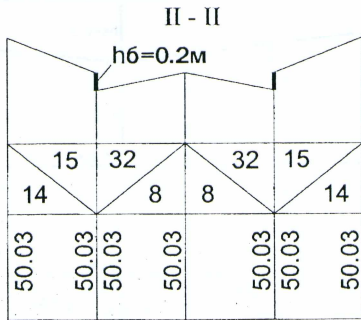
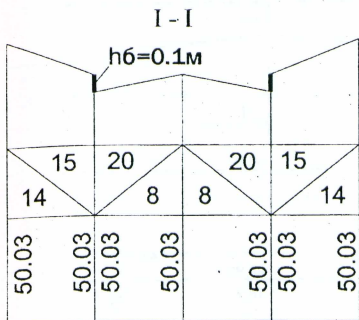
Цель улиц и дорог: отвести поверхностные воды с территории, обеспечить удобства движения транспорта и пешеходов, для этого дорожное покрытие должно быть сухим. Эти требования обеспечивает:

- двускатный или односкатный профиль;
- продольный уклон по оси дороги, т.е. вода стекает к бортовому камню и по продольному уклону движется к водоприемным колодцам.

На безуклонных участках значительной протяженности отвод поверхностных вод обеспечивается устройством лотков пилообразного профиля: по длине дороги изменяют высоту бортового камня от *min* значения 0,08-0,10-0,12 до *max* 0,18-0,20 и в пониженных участках размещают дождеприемные колодцы.

В основе проектирования пилообразного профиля лежат следующие принципы:

- 1) ось улицы не имеет продольного уклона;
- 2) верх бортового камня не имеет продольного уклона;
- 3) красные линии на плане не имеют продольного уклона;
- 4) тротуар имеет только поперечный уклон в сторону дороги *от здания*;
- 5) поверхность проезжей части имеет переменный поперечный уклон:
 - в водораздельном участке *min* значение (I-I) $i_{\text{лон}} = \text{min}$ (т.е. разность отметок гребня проезжей части и ее отметка у бортового камня- *min*).
 - в сечении дождеприемников *max* значение $i_{\text{лон}} = \text{max}$ (II-II), т.е. разность отметок гребня проезжей части и отметки лотка *max*.



а)

б)

Решение:

1. Придаем лотку min уклон $i=4\text{‰}$ (лоток – часть проезжей части у бортового камня), тогда расстояние между переломными точками профиля лотка равно:

$$l = \frac{\Delta h}{i_{\min}} = \frac{h_{6.к}^1 - h_{6.к}^2}{0,004} = \frac{0,2 - 0,1}{0,004} = 25 \text{ м}$$

2. Определяем отметку поверхности улицы у лотка из сечений:

$$\text{I-I } 49,88 - 8,0 \cdot 0,020 = 49,72$$

принимаем высоту бортового камня $h_{6.к}=0,1$ м, тогда верх бортового камня $49,72 + 0,1 = 49,82$

$$\text{II-II } 49,88 - 0,8 \cdot 0,032 = 49,62$$

принимаем высоту бортового камня $h_{6.к}=0,2$ м, чтобы отметка верха бортового камня не изменилась, тогда верх бортового камня $49,62 + 0,2 = 49,82$

В обоих сечениях верх бортового камня на одном уровне и не имеет продольного уклона.

3. Определяем отметку у красной линии: в обоих профилях $h_{6.к}=15\text{‰}$, ширина 14 м, отсюда отметка у красной линии $49,82 + 14 \cdot 0,015 = 50,03$

"+" – т.к. идем от дороги к удалению.

4. Строим проектные горизонталы на проезжей части методом интерполяции.

$$\text{I-I } 49,88 - 49,80 - 49,72$$

$$\text{II-II } 49,88 - 49,80 - 49,70 - 49,62$$

на тротуаре с постоянным поперечным уклоном $i=15\text{‰}$

$49,82 - 49,90 - 50,00 - 50,03$ – две горизонталы параллельны красной линии.

Водоприемные колодцы устанавливают в пониженных местах.

В случае роста города возникает необходимость реконструкции дорог, превращая их в городские улицы.

Если дороги проходят по безуклонной территории, то поступают следующим образом:

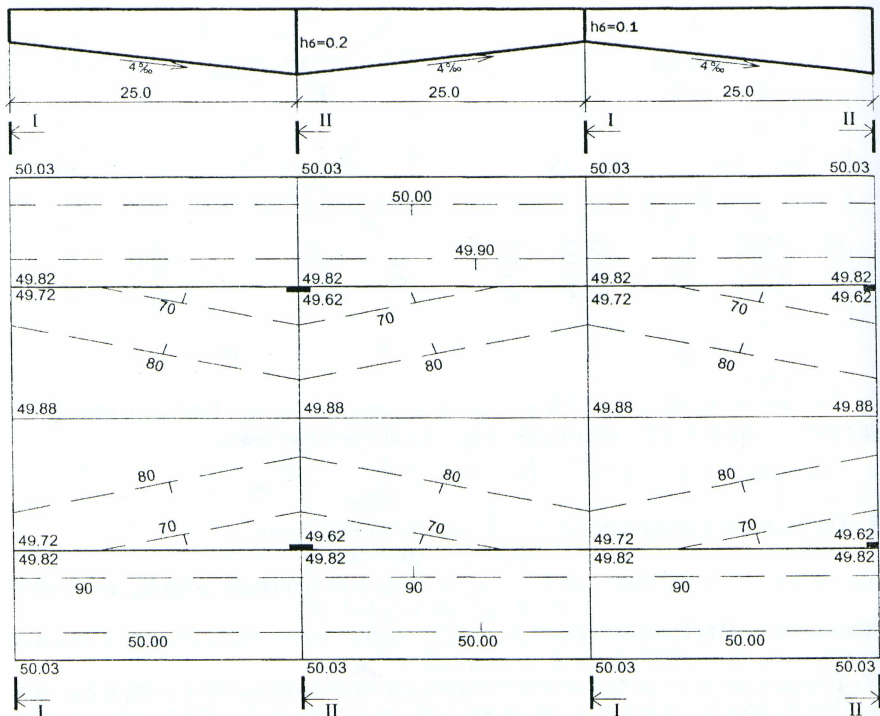
- ✓ проезжая часть сохраняет постоянный поперечный уклон;
- ✓ для отвода поверхностных вод устраивают полосы с пилообразными лотками

у бортовых камней (рис. а)

Следует помнить, что пилообразный профиль лотков и переменные поперечные уклоны хотя имеют и небольшие разности отметок дорожной одежды по ходу движения (≈ 10 см на 25 м отрезка пути), но их недопустимо устраивать на скоростных дорогах.

В этом случае устраивают пилообразный профиль всей поверхности улицы: ось улицы; лоток; бортовые камни; тротуары проектируют с min уклонами при шаге проектирования 200-300 м. (рис. б).

В зависимости от особенностей рельефа возможны два варианта пилообразного продольного профиля.



А. Вдоль улицы продольный уклон отсутствует, тогда ось дороги и верх бортового камня по всей длине имеют постоянные отметки.

Водоприемные колодцы располагают с постоянным шагом $L=2 \cdot l$, где l – расстояние от водораздела до дождеприемного колодца.

$$l = \frac{h_k - h_a}{i_n}$$

где h_a – высота бортового камня у водораздела;

h_k – высота бортового камня у колодца;

i_n – продольный уклон по лотку, принимается не менее 4‰;

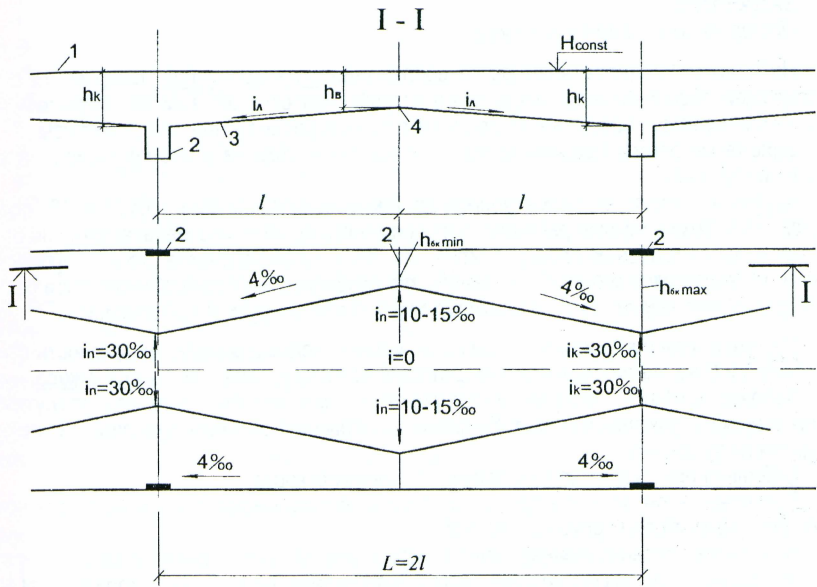
Б. продольный уклон вдоль улицы $0 < i_n < 4‰$. Поэтому отметки оси дороги и верха бортового камня принимают в зависимости от уклона.

Шаг водоприемных колодцев $L = l_1 + l_2$, l_1 и l_2 – расстояния между водоразделом и дождеприемником, м;

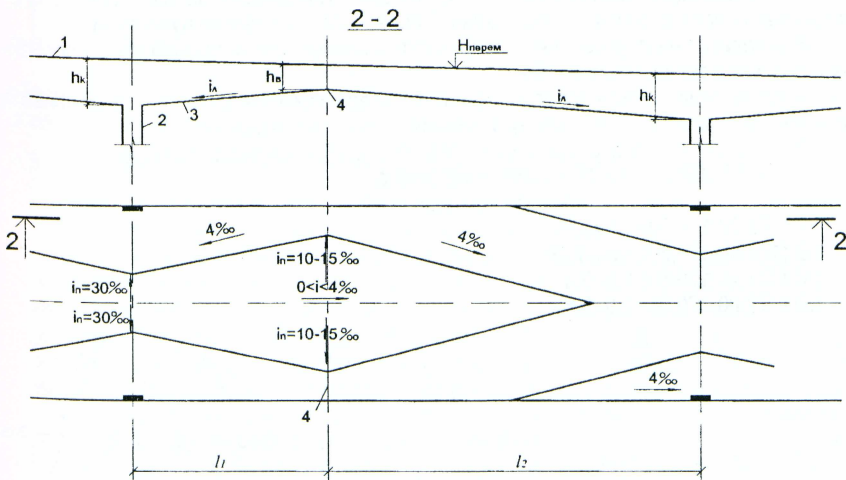
Положение водораздельных точек:

$$l_1 = \frac{h_k - h_a}{i + i_n}; \quad l_2 = \frac{h_k + h_a}{i_n - i}$$

где i – продольный уклон по оси дороги.



1 - верх бортового камня; 2 - дождеприемный колодец; 3 - дорожное покрытие; 4 - водораздельная точка



1) l_1 и l_2 ;
 2) отметки по оси дороги в этих точках в плоскости сечений;
 3) строим по отметкам горизонтали методом интерполяции.

ЗАДАЧА №6.

Построение заложений откосов.

На границе планировочных работ сопряжение спланированной поверхности с существующей обеспечивается чаще всего устройством откосов. Там же сопрягаются и участки планируемой поверхности, решение в разных уровнях, например, террасы.

Заложение откоса (ширина полосы, занимаемой откосом в плане) зависит от его высоты и крутизны.

Крутизна откосов, выемок глубиной до 12м и насыпей до 6м в Г,СГ,П и СП принимается 1:1,5. Такие параметры позволяют применять простейшие меры крепления откоса: просто засев травой по слою растительного грунта или одерновка (пока не прорастет трава и не закрепится корневой системой); для стабилизации растительного слоя создают упоры из лент дёрна, досок, покрывают грунт стабилизирующей эмульсией).

Решение: для построения откоса на плане необходимо определить разность отметок точек А и Е на линии стыковки поверхностей разного уровня, т.е. высоту откоса.

Заложение откоса в каждой точке определяют умножением его высоты на крутизну. Затем отрезки заложений в масштабе плана откладывают от линии раздела в перпендикулярном направлении.

Соединяя линиями их концы, получают границу откосов.

Проектные горизонтали в пределах откосов не показывают, т.к. они не имеют практического значения для производства работ.

В примере: спланированная поверхность внизу. Планировочные и существующие отметки обозначенных на плане точек определяем интерполяцией между горизонталями.

Заложение откоса в сечении т. А = $(169,90-172,00) \cdot 1,5 = -3,15$ м

т. Е = $(172,00-170,48) \cdot 1,5 = +3,61$ м

Аналогично определяют величины заложений и в других сечениях.

Место перехода от выемки к насыпи т.Ф найдено графически: заложение в т.С сначала откладывают в сторону спланированной поверхности (показано пунктиром).

т.Ф находится на пересечении поверхности с линией, соединяющей концы перпендикуляров, восстановленных в т. В и С.

На плане поверхность откоса штрихуют чередующимися короткими и длинными штрихами, направленными по уклону от бровки откоса к его подошве.

т.А (спланир.пов.-существ.рельеф) = $(169,90-172,00)$ – это высота откоса.

$(169,90-172,00) \cdot 1,5 = -3,15$ – заложение откоса

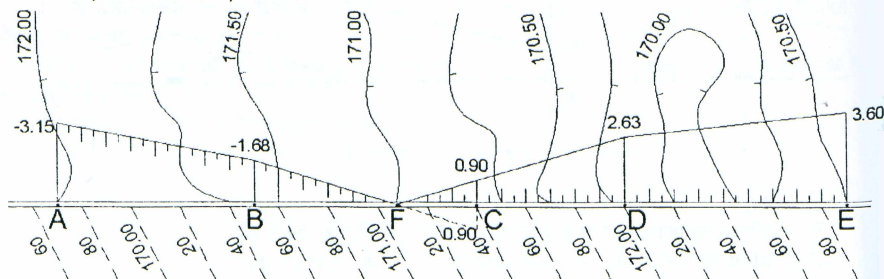
└ крутизна откоса

т.Е $(172,90-170,50) \cdot 1,5 = 3,60$

т.В $(171,48-171,60) \cdot 1,5 = -1,68$

т.С $(171,40-170,80) \cdot 1,5 = 0,9$

т.Д $(172,00-170,25) \cdot 1,5 = 2,63$



Дано:

- 1) расстояние;
- 2) уклон;
- 3) проектная отметка одной точки.

Определяем:

1. проектную отметку второй точки;
2. расстояние от нее до целой горизонтали;
3. расстояние между проектными горизонталями.

Для пешеходной и транспортной связи между поверхностями в разных уровнях устраивают лестницы и пандусы.

Лестницы имеют среднюю крутизну 1:4 ($h_{см}=10-12$ см, а ширина $\min 38$ см), т.е. более пологие, чем в помещении. Но тогда, лестничный марш, расположенный по направлению уклона откоса не вмещается в заложение полукотлого откоса:

✓ лестница должна врезаться в откос, продолжаясь за его бровкой в пределах верхней спланированной площадки

или

✓ начинаться у верхней бровки и постепенно возвышаться над поверхностью откоса и продолжаться за его основанием, занимая часть территории нижней площадки.

Вывод:

- 1) марш прокладывать перпендикулярно склону откоса только при совпадении величин заложения лестниц и откосов;
- 2) при несовпадении – лестничный марш располагают перпендикулярно склону (можно вместить лестницу любой длины с двумя площадками в верхней и нижней части)

Количество ступеней:
$$\frac{\text{высота откоса}}{\text{высота ступеней}}$$

Через 10-12 ступеней устраивают площадки длиной $\min 1,5$ м.

Для въезда транспорта с одного уровня на другой устраивают пандусы. Крутизна $\max 1:10$. Располагают параллельно или под небольшим углом к линии бровки откоса.

Если нет планировочных ограничений, то пандус врезают в откос в направлении перпендикулярном бровке откоса и продолжают в выемке в пределах верхней спланированной площадки до совпадения его отметок со спланированной поверхностью.

1.9 Вертикальная планировка улиц, пешеходных путей и площадей

1.9.1 Городские улицы и дороги

Городские улицы и дороги делят на следующие категории:

- скоростные дороги – для транспортной связи удалёнными районами города, с промышленными районами за пределами города и для связи с автомобильными дорогами общей сети города (обеспечивается непрерывное движение транспорта путём устройства развязки в разных уровнях);
- магистральные улицы общегородского и районного назначения – для связи между жилыми, промышленными и складскими районами, а также с центром населённого пункта, объектами общегородского значения, со скоростными и автодорогами общей сети. (развязка движения в одном или двух уровнях);
- улицы, дороги и проезды местного значения – для связи микрорайонов и отдельных групп зданий, транспортной и пешеходной связи промышленных и складских районов, поселковых районов с промышленными зонами, а также с автодорогами общезаводской сети;
- пешеходные дороги – для пешеходной связи на территории групп жилых домов, микрорайонов и жилых районов, а также с местами приложения труда, отдыха и общест-

венными центрами, пунктами культурно-общественного транспорта и могут применяться как прогулочные аллеи в парках и садах.

Кроме указанных категорий улиц, в городах есть главные улицы, грузовые магистрали и проспекты, бульвары, набережная и др.

Главные улицы застраивают административными зрелищными и торговыми зданиями.

По ним ограничивается движение грузового транспорта.

Грузовые магистрали располагают в направлении грузовых потоков в обход жилых районов, учебных, спортивных, научных и лечебных комплексов и зон отдыха и т.д.

Прогулочно - транспортные дороги для легковых автомобилей и велосипедов прокладывают в направлении городских или пригородных районов отдыха, архитектурных памятников заповедников и т.д.

Основные элементы городских улиц и дорог:

- проезжая часть;
- тротуар;
- бордюр;
- полосы зелёных насаждений, а также специальные полосы для укладки путей трамваев, прокладки линий метрополитена;
- велосипедные дорожки;
- автомобильные стоянки;
- остановки и конечные пункты общественного транспорта;
- откосы при расположении проезжей части в выемках, насыпях или на косогорах;
- подпорные стенки вместо откосов;
- водоотводящая сеть, включающая лотки, канавы, водосточные ветки и коллекторы.

В плане проезжую часть улицы проектируют по возможности прямолинейной или же с небольшими углами и поворотами, обеспечивающими плавное сопряжение отдельных прямых участков улицы с кривыми больших радиусов, с симметричным расположением их в пределах красных линий.

1.9.2 Основные принципы высотной организации улиц

Улица, являясь элементом плана города, включает широкий круг функций, обеспечивающих жизнедеятельность всего города или его обособленной части. Поэтому для решения его поверхности необходимо учитывать требования, которые могут быть сформулированы лишь при комплексном решении высотной организации городской территории. Практически невозможно обеспечить качественное проектное решение поверхности улицы в пределах её красных линий, без учёта высотного положения других элементов города: межмагистральных территорий, уличной сети в целом, сооружений и устройств внешнего транспорта, городских водоёмов и водостоков и др.

В результате окончательный вид проектная поверхность улицы приобретает в процессе последовательного приближения принятием отдельных принципиальных решений, сформулировавшихся на различных стадиях проектирования: при разработке генплана города, проекта детальной планировки, в рабочем проекте и рабочей документации строительства или реконструкции улиц, площадей, дорожно-транспортных сооружений.

При разработке схемы высотного решения на стадии генплана города определяют:

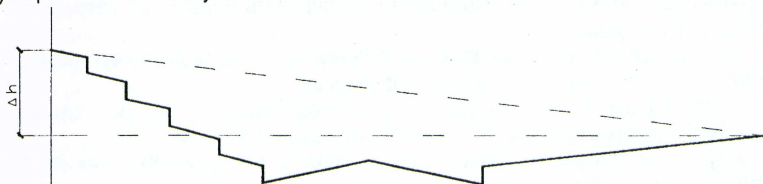
1. Главные опорные отметки на осях улиц;
2. Проектные уклоны отдельных участков уличной сети;

Тем самым обеспечивается высотная увязка каждой отдельной улицы с окружающей территорией, обеспечивающая понижаемое расположение улиц и выполнение ими функций отвода поверхностного стока. Использование этих отметок в качестве опорных при разработке решений вертикальной планировки обеспечивает увязку решений высотного положения улицы, входящих в состав прорабатываемого детального района с

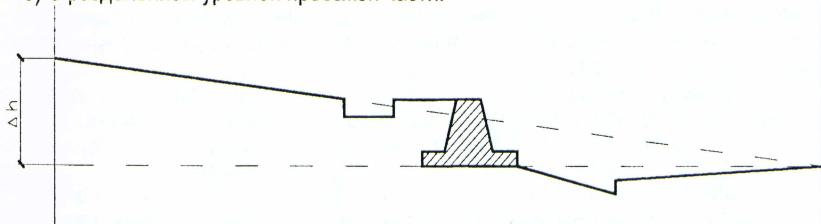
территориями, лежащими за границами проектирования. Вместе с тем в проекте детальной планировки выработывают принципиальное положение, которое используют в качестве опорных на последующей стадии. Определяют отметки на красных линиях, детализируют отметки осей улиц, уточняют значение уклонов и расстояний между переломными точками продольного профиля.

Необходимость решения вопросов отвода поверхностных вод требуют выноса на чертежи водоотводящих сооружений и устройств: открытых лотков и кюветов водопропускающих труб, дождевых коллекторов. Наличие этих сооружений в свою очередь влияет на решение вопросов вертикальной планировки улиц на последующих стадиях проектирования. Так, очертания поверхности проезжей части на перекрёстке решают по-разному, в зависимости от наличия и отсутствия закрытой сети водостоков.

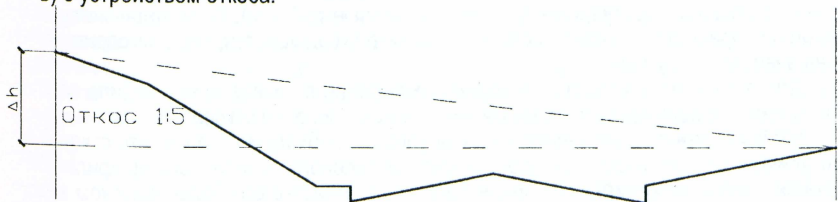
а) Бортовой камень ступенчатого типа:



б) С разделением уровней проезжей части:



в) с устройством откоса:



г)

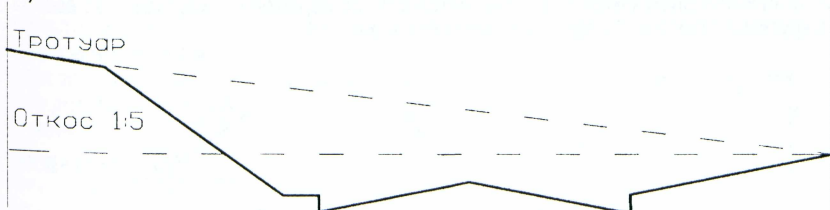


Рис.10.

3. Бортовой камень тротуара принимают ступенчатого типа: устанавливают в местах примыкания проезжей части к тротуару или отделяют зелёные насаждения, цветочниками, тротуарными дорожками и т.д.

Эти 3 варианта позволяют нам решить поперечный профиль улицы так, что возможно организовать въезд на междиагистральную территорию с обеих сторон улицы.

При довольно большой крутизне откоса элементы улиц целесообразно размещать на разных высотах, которые сопрягают откосами или подпорными стенками:

– чаще всего откос располагают между проезжей частью и тротуаром, но в этом случае транспортом обслуживается только одна сторона застройки, а вторая сторона обслуживается параллельно расположенной улицей. (можно так разделить и тротуар на 2 части).

Ярусное расположение элементов поперечного профиля является также средством повышения выразительности улицы, но все же существуют проблемы с транспортным обслуживанием. Кроме этого необходимо дублировать подземные сети, даже при небольшой ширине улицы.

Нужный перепад высот по красным линиям может быть достигнут, если разделить проезжую часть по высоте встречных направлений.

Но такое решение целесообразно только при больших перегонах, так как в пределах перекрёстка проезжие части должны быть в одних уровнях.

Устройство тротуаров с минимальным поперечным уклоном с нижней стороны и максимальным – с верхней (рис. 10 а). Диапазон допустимых изменений поперечного уклона тротуара будет находиться в пределах 10...60‰, и за счет применения указанного приема можно достичь определенного перепада отметок на красных линиях Δh_1 . Абсолютное значение перепада будет тем выше, чем большую часть поперечного профиля занимают тротуарные полосы.

1. Смещение гребня проезжей части в сторону косогора (рис. 10, б). При этом правый и левый лотки будут находиться на разных высотах. Проезжая часть может быть даже односкатной, однако при этом расчетом поверхностного стока должна быть доказана возможность существования только одного лотка проезжей части.

2. Устройство ступенчатого борта на тротуаре (рис. 10, в). Ступенчатый бортовой камень может устанавливаться непосредственно у места примыкания тротуара к проезжей части или отделять отдельные элементы тротуарных полос одна от другой (полосы зеленых насаждений, тротуарные дорожки, цветочные рабатки). В последнем случае ступенчатый характер тротуарной полосы несколько скрадывается, что благоприятно влияет на внешний вид улицы.

Для организации откоса необходимо выделение в поперечном профиле специальной полосы, её величина равна заложению в местах высоты откоса.

Чтобы избежать увеличения ширины улицы, необходимо совместить откос с полосой уличного озеленения: при проектировании типового поперечного профиля ширину зелёной полосы принимают не менее заложения откоса в его более высоком месте. В результате чего зелёная полоса имеет нормальный поперечный уклон на ровном участке, а на косогорном участке превращается в откос переменной крутизны (во всех случаях крутизна откоса не более максимального значения).

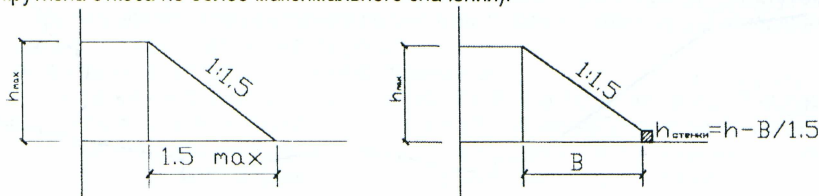


Рис.11.

При заложении откоса в критическом месте меньше полосы уличного озеленения поступают следующим образом: совмещают откос предельной крутизны с подпорной стенкой так, чтобы их суммарная высота соответствовала требуемому пределу отметок.

1.9.3 Вертикальная планировка улиц

При сопряжении на перекрёстках 2-х дорог учитывают: условия организации движения на пересекающихся улицах; конструкцию перекрёстка; рельеф; наличие сооружений.

Вертикальная планировка пересечения транспортных путей привязывается к высотному решению образующих их улиц.

Категория дорог, величина и направление уклонов, принятие систем водоотвода и особенности рельефа определяют форму и особенности перекрёстка.

Сопряжения в пределах перекрёстка двух улиц чаще всего крышеобразной формы поверхностей проезжих частей включает преобразование хотя бы одной из них в форму, отличную от типовой.

В основе вертикальной линии перекрёстка лежат два основных требования:

- обеспечить удобство для движения транспорта и пешеходов: плавность изменения уклонов, их величина меньше предельных значений;
- создать условия для отвода вод, подтекающих к перекрёстку по уличным лоткам.

Реализация этих требований достигается соблюдением следующих условий:

- при пересечении улиц разной категории поперечный профиль главной улицы в пределах перекрёстка остаётся без изменений; поперечный профиль второстепенной улицы при подходе к перекрёстку преобразуется из двухскатного в односкатный с поперечным уклоном, равным продольному главной улицы, т.е. осуществляется сопряжение в лотках главной улицы;
- при пересечении улиц равной значимости улица с меньшим продольным уклоном подчиняется профилю её пересекающей (сопряжение в лоток) или профили обеих улиц преобразуются в односкатные, соответствующие уклону площадки перекрёстка, т.е. поверхности общей для обеих улиц – сопряжение в ось;
- улицу, по которой проходит полотно трамвая следует рассматривать как главную.

А. Проектирование продольных и поперечных профилей

В основе вертикальной планировки улиц лежат нормативные продольные и поперечные уклоны с учётом требований минимальных объёмов земляных работ.

Линия проектного продольного профиля должна вписываться в рельеф с минимальным количеством переломов. Переломы продольного профиля для обеспечения плавности и безопасности движения смягчаются вертикальными выпуклыми и вогнутыми кривыми, которые рассчитывают, а их размеры зависят от алгебраической разности уклонов.

Таблица 1

Категория улиц и дорог	Алгебраическая разность уклонов, ‰	Минимальные радиусы вертикальных кривых, м		Наименьший радиус кривых в плане, м
		выпуклых	вогнутых	
1. Скоростные дороги	5	10000	2000	600
2. Магистральные улицы:	7	6000	1500	400
а) общегородского значения и дороги грузового движения				
б) районного значения	10	4000	1000	250
3. Улицы и дороги местного значения	15	2000	500	125

Рост скорости движения транспорта уменьшает максимально допустимые продольные уклоны дорог.

Категории	Максимально допустимые i продольных улиц и дорог, ‰
1. Скоростные дороги	40
2. Магистральные улицы и дороги	
- общегородского значения	50
- районного значения	60
3. Улицы и дороги местного значения:	
- жилые	80
- улицы промышленных и коммунально-сидельских районов	60
- пешеходные улицы и дороги	40
- поселковые улицы и проезды	70

Минимальный уклон определяется исходя из условий стока поверхностных вод и зависит от типа покрытия: для асфальта и цементно-бетонных покрытий $i_{\text{прод}}^{\text{мин}} = 4\text{‰}$, для других видов покрытий – 5‰.

Поскольку выбор продольных уклонов обусловлен минимальным объёмом земляных работ в пределах красных линий, то необходимо предварительно просчитать баланс земляных масс.

Продольные профили проектируемой по оси проезжей части начинают с разбивки пикетажа по трассе на плане улицы, определения чёрных отметок пикетов и точек пересечения улиц.

На продольном профиле указывают:

- отметки поверхности земли;
- проектную линию с отметками проезжей части или головки трамвайного рельса с учётом вертикальных кривых;
- рабочие отметки;
- уклоны проектных линий;
- гидрологические и геологические;
- данные по результатам бурения.

Поперечный профиль представляет собой графическое изображение высотного взаимоотношения и связи отдельных элементов улицы и оси продольного профиля улицы (его проектируют через 50 м и в характерных точках изменения рельефа).

В поперечном профиле размещают: тротуары; проезжую часть; полосы зелёных насаждений; прокладку подземных коммуникаций; проезжую часть местного движения; трамвайные пути; велосипедные дорожки.

Поперечные уклоны улиц и дорог назначают в зависимости от типа покрытия.

Таблица 2.

Типы покрытий городских улиц и дорог	Минимально допустимые уклоны $i_{\text{попер}}\text{‰}$
1. Усовершенствованные (асфальтобетонные и цементно-бетонные) и облегчённые	15-25
2. Брусчатые и мозаичные мостовые, покрытия из сборных бетонных и ж/б плит, покрытия улиц пешеходного типа	20-30
3. Простейшие покрытия	25-40

Существует две типовые схемы профилирования проезжей части улиц в поперечном направлении: двухскатная – для улиц значительной ширины; односкатная – для нешироких проездов.

Участки дорог с различными продольными уклонами сопрягают между собой при помощи криволинейных вставок, радиусы которых должны обеспечивать плавность и безопасность движения.

Криволинейные вставки вписывают:

- на скоростных дорогах при разности уклонов более 5‰;
- на магистральных улицах при разности уклонов более 7‰;
- на улицах районного значения при разности уклонов более 10‰;
- на всех остальных типах улиц и дорог при разности уклонов более 15‰.

Обеспечение видимости дороги и впереди идущих автомобилей на расстояниях, которые необходимы по условиям безопасности движения, требует, чтобы радиусы выпуклых кривых принимались больше, чем вогнутых.

На подходах к мостам, путепроводам и перекрёсткам продольный уклон необходимо постепенно уменьшать. Так, на расстоянии 50 м от красной линии, поперечной по отношению к пересекающей, уклон начинают уменьшать так, чтобы на перекрёстке был уклон 20‰, на подходах к мостам и путепроводам – 40‰.

С целью сохранения рельефа прилегающей территории предусматривают привязку отметок дороги к существующим отметкам поверхности вдоль красных линий.

Улицы, в отличие от автодорог, выполняют функции водоотвода. Если высотное положение автодороги должно обеспечивать отвод вод с дорожного полотна и обочин в придорожные кюветы (наиболее благоприятный поперечный профиль – невысокая насыпь), то поверхность улицы должна благоприятствовать попаданию воды к лоткам проезжей части с дальнейшим стоком по ним до дождеприёмных колодцев (при закрытой системе водоотвода) или открытым путём до мест выпуска за пределы застройки. Такой принципиально различный подход к высотному решению автомобильных дорог обуславливает те сложности, которые встречаются при реконструкции автомобильных дорог, превратившихся в городские улицы в результате их обстройки при развитии города.

Для удаления воды с проезжей части и образования лотков поверхность проезжей части обычно имеет в профиле двухскатное выпуклое очертание крышеобразной (Рис. 1.а), полигональной (Рис. 1.б) или параболической (Рис. 1.в) формы.

Чаще всего предусматривают крышеобразное очертание с постоянными уклонами от оси к лоткам. Однако в процессе производства работ по устройству дорожных одежд при многократной укатке отдельных конструктивных слоёв катками сформировавшаяся поверхность приобретает форму, близкую к параболической. Такая поверхность наиболее благоприятна для отвода воды: уклоны постепенно нарастают от оси и максимальные увеличиваются у лотка, ограниченного с одной стороны бортовым камнем.

Одновременно достигается и минимальное растекание потока воды, текущей по лотку. Этим объясняется различие во внешнем виде горизонтальной поверхности проезжей части в проекте и на топографическом плане существующей улицы: в первом случае они прямолинейны, во втором – имеют криволинейный параболический вид.

При широких проезжих частях (4 и более полосы движения в одну сторону) уже в проекте предусматривают полигональное или параболическое очертание профиля проезжей части с минимальными поперечными уклонами у оси и максимальными на полосах, примыкающих к лоткам.

При наличии на улице разделительной полосы, трамвайных путей, бульваров разделённые проезжие части могут представлять односкатную поверхность с поперечным уклоном в сторону бортового камня.

Односкатный профиль могут иметь неширокие местные и внутриквартальные проезды. (Рис.1.г, д)

Вогнутый поперечный профиль придают только внутриквартальным проездам (Рис.1.в).

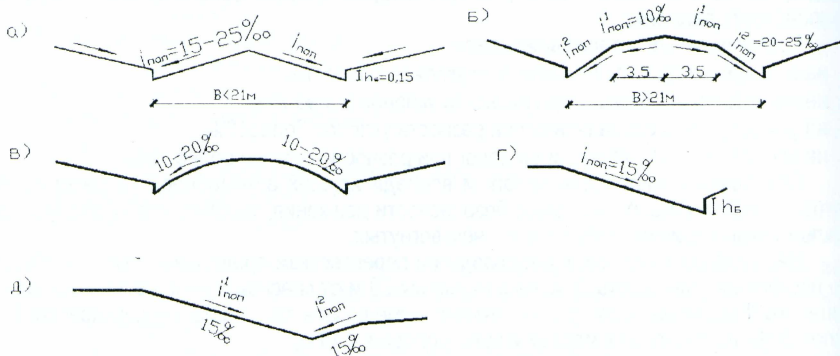


Рис.12

Несмотря на некоторые достоинства (отпадает необходимость установки бортовых камней, возможность устройства лишь однорядных дождеприемных колодцев), его применение для проезжих частей улиц нежелательно из-за широкого растекания воды в лотке по оси проезжей части и сложности сопряжения поверхностей на перекрестках.

Для обеспечения стока поверхностных вод с междумаршрутной территории к лоткам проезжей части, отметки лотков должны быть ниже отметок окружающей территории. Исключение могут составлять проезжие части городских скоростных дорог и транзитные проезды магистральных улиц, поверхность проезжих частей которых может решаться независимо от окружающей территории, а функции водоотвода выполняют местные проезды.

Б. Проектирование перекрестков

При проектировании перекрестков используется метод проектных горизонталей.

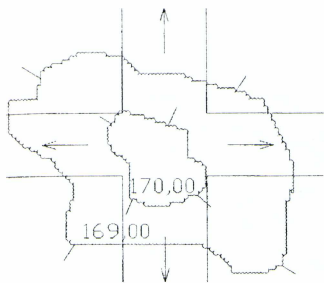
Перекрестки, для обеспечения поверхностного стока, проектируют таким образом, чтобы не менее чем одна из улиц имела уклон, направленный от перекрестка.

На участках между перекрестками не должно быть встречных продольных уклонов с понижениям к середине улицы, т.к. водоотвод из пониженных точек возможен только при наличии водосточной сети.

Проектные отметки по углам красных линий на перекрестках проектируют совместно с вертикальной планировкой перекрестка.

1. Перекресток на холме

При вертикальной планировке перекрестка, размещенного на вершине холма, пересекающейся улицы, сопрягаются в гребень. Определяются точки одноименных горизонталей по осям улиц в соответствии с уклонами и отметкой центра. Одноименные горизонтали соединяют, в результате образуются двухскатные поверхности проезжих частей улиц.



Холм

Рис. 13.

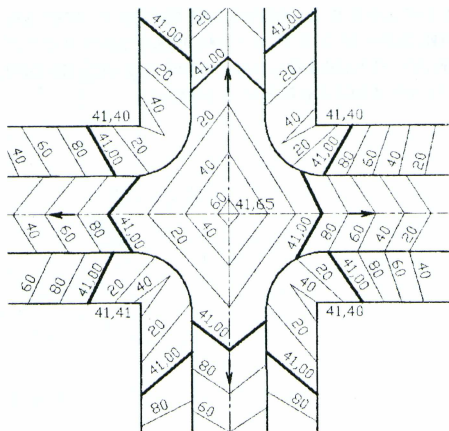


Рис. 14.

2. Перекресток улиц на водоразделе

Одна из улиц проходит по гребню и только на одном из 4-х пересекающихся участков уклон направлен к перекрестку.

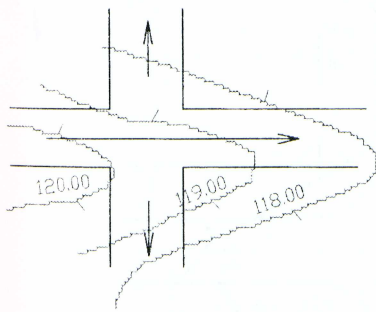


Рис. 15.

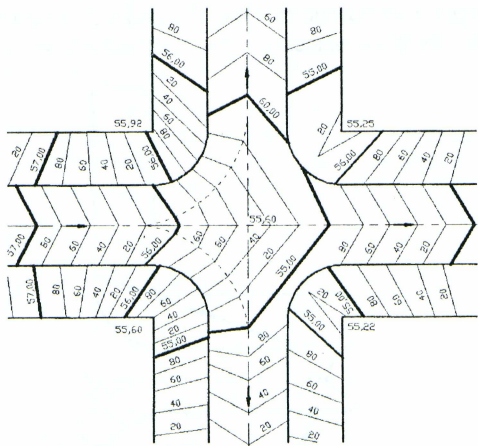


Рис. 16. Перекресток улицы, проходящей по гребню

Отметка центра перекрестка является сопрягающей для продольных профилей обеих проезжих частей.

Гребень улицы выходящей на перекресток разделяется по трем направлениям. При этом поперечный профиль улицы, идущей по гребню, совсем незначительно изменяется в пределах перекрестка. Водоотвод обеспечивается без проблем: вода из лотков, направленных к перекрестку следует вдоль закругления бортового камня в лотки пересекающейся улицы.

3. При прохождении одной из улиц по тальвегу его планировку определяют входящие в него улицы:

а) в случае если по тальвегу трассируют главную улицу, то ее поперечный профиль в пределах перекрестка не изменяют. Проводится размотка улиц, проходящих по скло-

нам тальвега в однослойный профиль: гребень смещают в сторону более высокой отметки, причем оси этих улиц увязывают с отметками лотков главной улицы. Водоотвод происходит через второстепенную улицу по поперечным лоткам, которые являются продолжением лотков главной улицы;

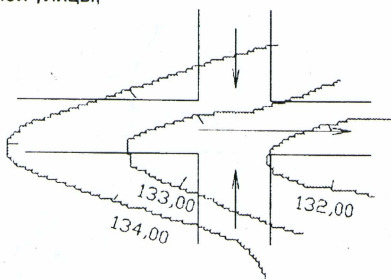


Рис.17.

б) при пересечении улиц равного значения, лучше не устраивать поперечные лотки, а для размотки поверхности и максимального сохранения поперечных сечений всех 4-х улиц в пределах перекрестка целесообразно уменьшить продольный уклон улиц: в верхней части поверхности перекрестка образуются два замкнутых пониженных участка, куда и направляется сток с "верховых" лотков пересекающихся улиц. Но этот вариант можно рекомендовать только при закрытой водосточной сети.

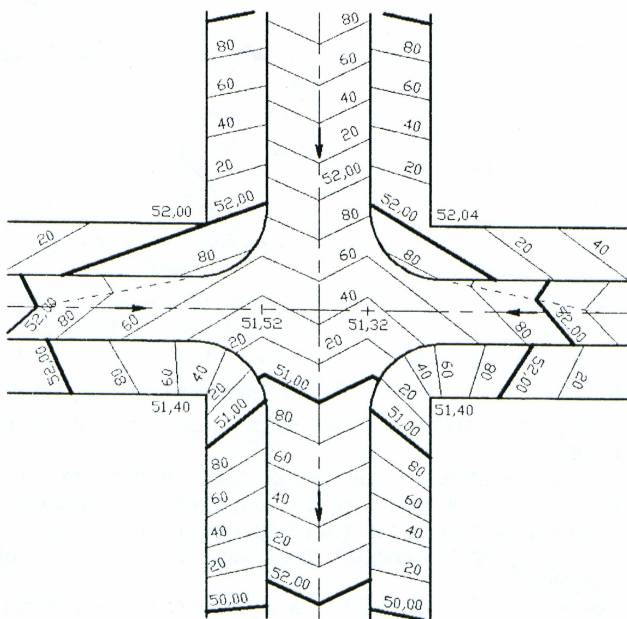


Рис.18. Перекресток улицы, проходящей в тальвеге

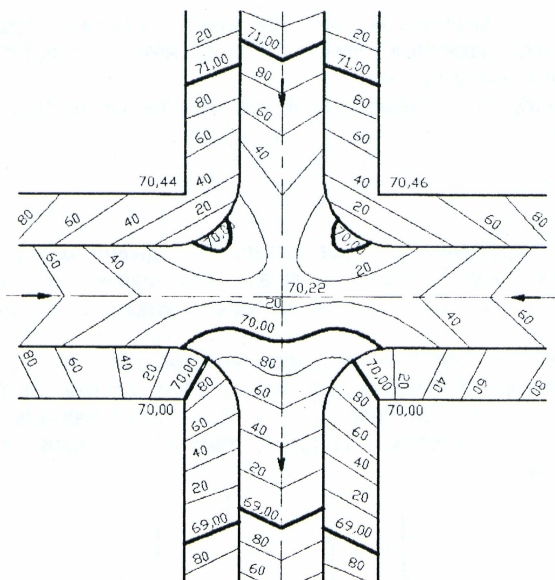


Рис.19. Перекресток двух равнозначных улиц в тальвеге

4. Перекресток в котловане, уклоны всех улиц направлены к центру

(Очень неудобен, т.к. требует проектирования закрытого водостока); для удобства движения транспорта и сбора воды с лотков центральную часть перекрестка приподнимают и образуют четыре замкнутые понижения у закругления бортовых камней, где размещают дождеприемные колодцы.

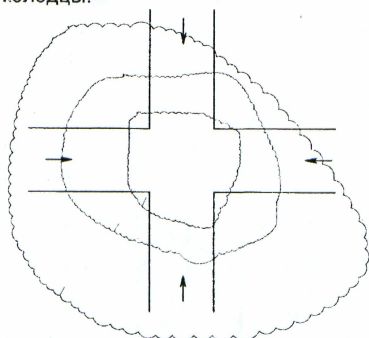


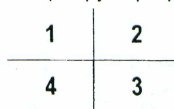
Рис.20.

Высотное решение поверхности проезжей части предопределяет решение поверхности тротуарных полос, поскольку отметки лотков пересекающихся улиц увеличивают на высоту бордюрного камня, то получают отметки по границе тротуарных полос:

1. Направление продольного уклона тротуара сохраняется неизменным при его повороте на пересекающую улицу, происходит изменение его поперечного уклона, который уменьшается при подходе к перекрестку до полного его исчезновения, а затем приоб-

ретаает противоположное направление; этот уклон равен уклону типового сечения пересекающей улицы (проектные горизонтали, отображающие поверхность тротуара имеют веерообразное очертание);

2. Направление продольных уклонов к центру перекрестка (сектор 2)



В пределах закругления тротуаров достаточно соединять точки выхода одноименных горизонталей на верх бортового камня; а по мере удаления от перекрестка плавно изменяют наклон горизонталей и доводят поперечный уклон тротуара до принятого в типовом профиле;

3. Продольные уклоны тротуаров направлены от перекрестка для придания тротуару нормального поперечного уклона, устраивают гребень, идущий от угла квартала к середине закругления бортов. Гребень может быть горизонтальным или иметь продольный уклон, причем горизонтали приобретают уклон, близкий к уклону на подходах к перекрестку.

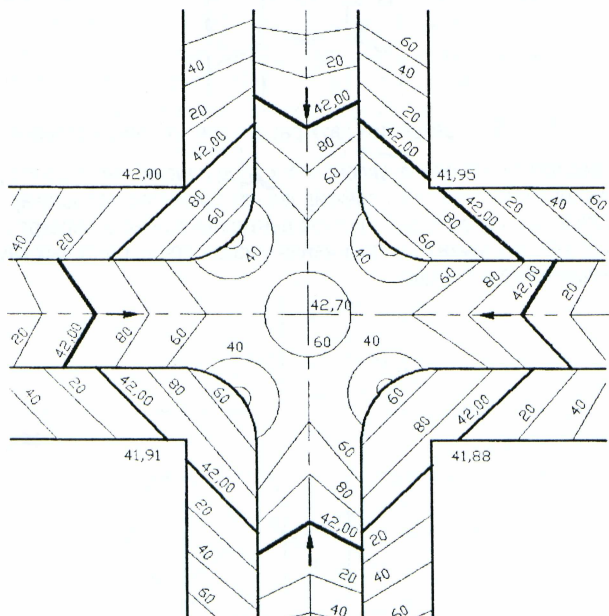


Рис.21. Перекресток в котловине

Проектирование поверхности тротуарных полос производят после того, как поверхность проезжей части примет окончательный вид.

При чрезмерно большой размотке участок с нетиповым решением поперечного профиля, что усложняет производство работ, при слишком короткой размотке усложняются условия движения транспорта, ухудшается зрительное восприятие ули-

цы из-за резкого изменения поверхности. Следовательно, разница уклонов должна быть такой, чтобы обеспечивалась плавность движения транспорта по ближайшей к верхнему лотку полосе.

В. Вертикальная планировка улиц, не имеющих продольного уклона

Для Западной Беларуси характерен рельеф с *min* уклонами, а также участки без уклона. При строительстве дорог мы руководствуемся принципом *min* земляных работ, а чтобы создать даже *min* $i(0,005)$ на безуклонных участках, мы закладываем необоснованные объемы земляных работ.

Цель улиц и дорог: отвести поверхностные воды с территории, обеспечить удобство движения транспорта и пешеходов, для этого дорожное покрытие должно быть сухим. Эти требования обеспечивает:

- двускатный или односкатный профиль;
- продольный уклон по оси дороги, т.е. вода стекает к бортовому камню и по продольному уклону движется к водоприемным колодцам;

На безуклонных участках значительной протяженности отвод поверхностных вод обеспечивается устройством лотков пилообразного профиля: по длине дороги изменяют высоту бортового камня от *min* значения 0,08-0,10-0,12 до *max* 0,18-0,20 и в пониженных участках размещают дождеприемные колодцы.

Принцип проектирования см. «Элементарные задачи вертикальной планировки», задача №5 (II).

Г. Способы размотки проезжей части

Важным моментом при освоении принципов проектирования поверхности пересекающихся улиц является умение осуществить постепенное изменение очертания поперечника проезжей части, чаще от двух скатного к односкатному и наоборот, т.е. выполнить размотку проезжей части.

При размотке проезжая часть с уклонами, направление оси к лоткам, постепенно превращается в односкатную с поперечным уклоном в сторону допуска кривой (на вираже) или в сторону продольного уклона пересекающей улицы (на перекрестке). Для выполнения размотки правый и левый лотки располагают на разных улицах, чтобы они имели разные уклоны.

В конце разматываемого участка верхний лоток приподнят над другими на величину

$$\Delta h : \Delta h = B \cdot i_{\text{пос}}$$

где B – ширина проезжей части; $i_{\text{пос}}$ – поперечный уклон односкатного профиля.

Длина размотки L определяется по формуле: $L = \Delta h / (i_{\text{в.л}} - i_{\text{н.л}})$

$$\text{или приняв } i_{\text{в.л}} - i_{\text{н.л}} = \Delta i \text{ и подставив значение } \Delta h, \text{ получим } L = \frac{B \cdot i_{\text{пос}}}{\Delta i}$$

Разница уклонов Δi должна быть такой, чтобы обеспечивалось движение транспорта по ближайшей к верхнему лотку полосе, т.к. при чрезмерно большой размотке удлиняется участок с нетиповым решением поперечного профиля, что усложняет производство работ; а при слишком короткой размотке усложняются условия движения транспорта, ухудшается зрительное восприятие улицы из-за резкого изменения ее поверхности.

Значения направленных в одну сторону сопрягаемых продольных уклонов должны быть настолько близкими, чтобы отпала необходимость вписывания вертикальных кривых. Это возможно, если уклоны будут отличаться не более, чем на 20%, т.к. уклон нижнего лотка равен уклону оси $i_{\text{прод}}$, то значение Δi можно представить как $0,002 i_{\text{прод}}$, откуда

$$L = \frac{B \cdot i_{\text{пос}}}{0,002 \cdot i_{\text{прод}}} \quad \text{при } i_{\text{прод}} > 20\%$$

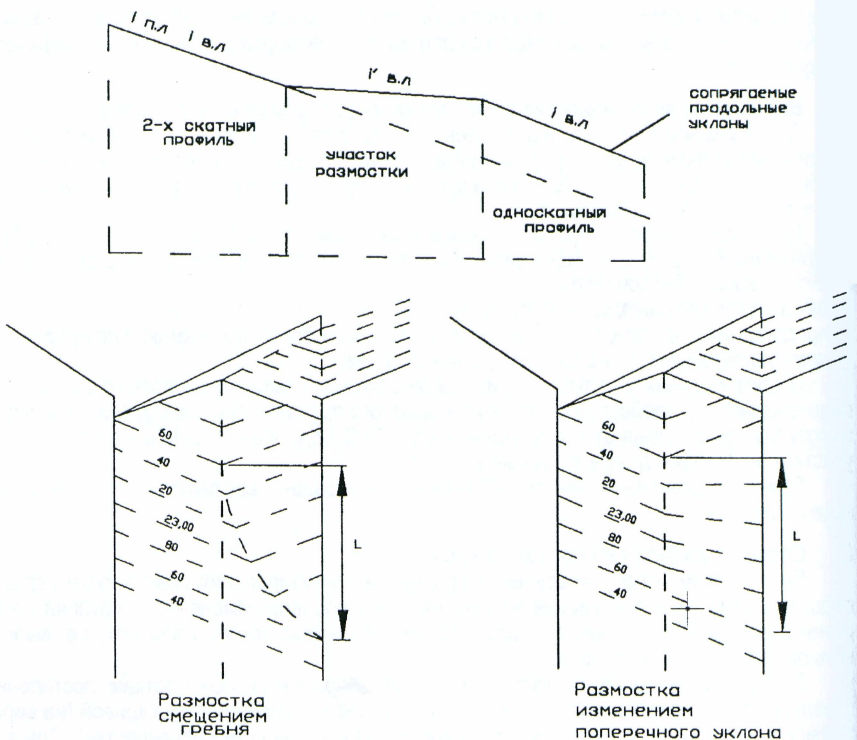


Рис.22.

При меньших уклонах оси абсолютная разность уклонов лотка настолько мала, что можно допустить и более, чем 20 ‰-ное их отличие друг от друга.

Поверхность проезжей части в пределах разности можно запроектировать двумя способами:

- 1) постепенным смещением гребня проезжей части к верхнему лотку;
- 2) постепенным изменением величины поперечного уклона верхней половины проезжей части от типовой величины в сторону лотка до противоположно направленного, равного требуемому $i_{\text{пот}}$.

Последовательность проектирования разности:

- 1) Определяем длину разности и на плане улицы от сечения, где необходим односкатный профиль, откладываем длину разности, чем определяем начало переходного участка;
- 2) В соответствии с конкретными параметрами типовых поперечных профилей (двускатного и односкатного) определяем отметки оси и лотков в сечениях начало и конец разности;
- 3) Производим градуирование прямых по лоткам и оси улицы, а затем вычерчиваем проектные горизонталы.

Д. Вертикальная планировка улиц, проходящих по косогорам

В условиях сложного рельефа для смягчения продольных уклонов при трассировании улиц, довольно часто оси улиц прокладывают под некоторым углом к горизонталям. Косогорные участки улиц неудобны тем, что в поперечном направлении образуется перепад существующих отметок точек, лежащих на красных линиях. Разность отметок возрастает с увеличением крутизны косогора и ширины улицы.

Отсюда особенность высотного решения улицы на косогоре: необходимость сопряжения поверхностей улиц и междемагистральной территории, а это значит, что проектные отметки красной линии в поперечном профиле должны по возможности приблизиться к отметкам существующего рельефа. Такое решение достигается проектированием несимметричного профиля.

Необходимо решить задачу.

Сохраняя общие принципы придания уклонов элементам поперечного профиля, так изменить проектное решение поперечного профиля по высоте, чтобы компенсировать существующий перепад высот.

Для этого:

1. Тротуар проектируют с минимальным поперечным уклоном с нижней стороны и так – с верхней, причём абсолютное значение перепада будет тем больше, чем большую часть поперечного профиля занимают тротуарные полосы.

Разновеликие поперечные уклоны тротуаров (рис.23)

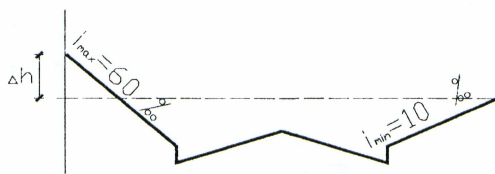


Рис.23.

2. Гребень проезжей части смещается в сторону косогора, причём правый и левый лотки находятся на разных высотах; возможно устройство односкатной поверхности проезжей части, но необходимо доказать расчётом, что для ливневого стока будет достаточно одного лотка.

Смещение гребня проезжей части в сторону косогора (рис.24)

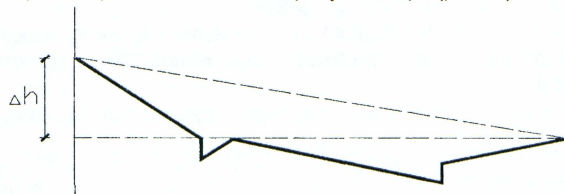


Рис.24.

Е. Виражи

В местах поворота улиц или дорог прямые участки проезжей части и линии бортов сопрягают плавными кривыми, радиусы которых принимают в зависимости от: категории улиц и дорог; расчетной скорости движения; рельефа скорости; уличной застройки и других факторов.

Наименьший радиус горизонтальной кривой из условия устойчивости машины на повороте $L_{min} = \frac{V^2}{127 \cdot (\varphi \cdot i)}$, где V – скорость движения,

φ – коэффициент поперечного сцепления:

0,15 – для мокрого покрытия; 0,3 – для сухого покрытия;

i – поперечный уклон проезжей части ("–" в случае направления уклона проезжей части во внешнюю сторону поворота).

Поперечные уклоны проезжей части улиц в основном сохраняют настоящими по всей их длине, а изменяют в местах прямолинейных участков малых радиусов. Так как у автомобиля возникают значительные центробежные усилия, которые прямопропорциональны массе автомобиля и квадрату скорости движения и обратнопропорциональны радиусам кривых. $C = \frac{mv^2}{R}$. Под влиянием этих может произойти смещение автомобиля в направлении от центра кривой или даже их опрокидывание.

При переходе с прямой (радиус которой можно принять равным бесконечности) на круговую кривую конечного радиуса машина испытывает толчок, что особенно заметно при движении на рельсовом транспорте. Этот толчок – следствие возникновения центробежной силы, под действием которой груз на машине смещается, а иногда и сбрасывается. Кроме того, сама машина может сойти с пути, если не снизить своевременно скорость.

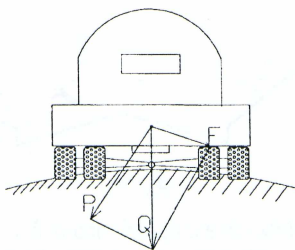


Рис.25.

Поэтому на таких участках устраивают виражи, т.е. поверхности дороги придают односкатный профиль с уклоном к центру кривой.

На горизонтальных дорогах скоростного движения виражи устраивают при радиусах кривых менее 2000 м, на магистральных улицах менее 1200 м, на остальных улицах и дорогах – менее 800 м.

Поперечные уклоны проезжей части на виражах зависят от R кривых.

Радиусы кривых в плане (м)	2000-1000	1000-700	750-650	650-600	менее 600
Поперечные уклоны виража (‰)	20-30	30-40	40-50	50-60	60

Радиус кривой и расчетная скорость движения транспорта на вираже определяют величину поперечного уклона от 20 до 60‰. Если в районе часто бывают туманы и продолжительные периоды гололеда, то максимальный $i_{min} = 40‰$, а минимальный радиус закругления 100 м.

Нежелательно устройство виражей: в зоне жилой застройки; на территории промышленных предприятий; на пересечениях и примыканиях дорог.

При гористом решении на дорогах местного значения устраивают серпантины: радиус горизонтальных кривых уменьшают до 30-15 м и ограничивают скорость.

Выраж сохраняется на всем протяжении радиальной кривой.

Переход от двускатного профиля к односкатному или увеличение поперечных уклонов поверхности проезжей части с односкатным профилем должен осуществляться до начала радиальной кривой на участках переходных кривых, а при их отсутствии – на прилегающих прямолинейных участках.

Плавный постепенный переход от двускатного поперечного профиля к односкатному называют отгоном виража.

При радиусе кривых менее 700 м необходимо устройство уширения проезжей части, длина участка уширения в плане совпадает с длиной отгона виража, а ее величина зависит от радиуса кривой

Радиусы кривых (м)	600	400	300	200	125
Уширение (м)	0.25	0.3	0.35	0.5	0.6

Элементы круговых кривых: вертикальную кривую вписывают в профиль после определения ее основных параметров:

1) тангенс вертикальной кривой (длина касательной) $T = \frac{R \cdot (i_1 - i_2)}{2}$,

где $i_1 - i_2$ – алгебраическая разность смежных углов,

R – радиус кривой (м);

2) биссектриса вертикальной кривой $B = \frac{T^2}{2 \cdot R}$;

3) ордината промежуточной точки на расстоянии x от конца вертикальной кривой, (м): $y = \frac{x^2}{2 \cdot R}$.

1.9.4 Вертикальная планировка площадей

Площади являются важнейшими элементами улично-дорожной сети города.

Цель вертикальной планировки площадей:

1. Обеспечить зрительное восприятие площади как единого целого: стоя на тротуаре с одной стороны площади, должен быть виден тротуар на противоположной стороне. Для этого поверхность площади проектируют по сложной кривой с чередованием поперечного уклона: от лотка 30‰, далее 20‰, ближе к оси 15‰, непосредственно у оси 5-10‰; $\max i_{\text{прод}} = 30\%$; для автостоянок $\max i_{\text{прод}} = 20\%$;
2. Обеспечить удобство движения транспорта и пешеходов;
3. Организация отвода поверхностных вод: вертикальная планировка выполняется для определения таких проектных отметок и продольных уклонов улиц, чтобы осуществлялся свободный сток поверхностных вод.

Различают:

- *общественные площади*, на которых сосредоточены основные административные центры, зрелищные предприятия, торговые и т.п.;
- *транспортные площади*, предназначенные для развязки сложных транспортных потоков общественного и индивидуального транспорта.

Соединять общественные и транспортные площади нецелесообразно, хотя на прилегающих площадях это происходит.

Вертикальная планировка площади зависит от назначения площади в системе города.

Форма площади зависит от:

- интенсивности, величины и направления транспортных и пешеходных потоков;

- пропускной способности и количества впадающих в площадь улиц;
- архитектурно-пространственной композиции застройки.

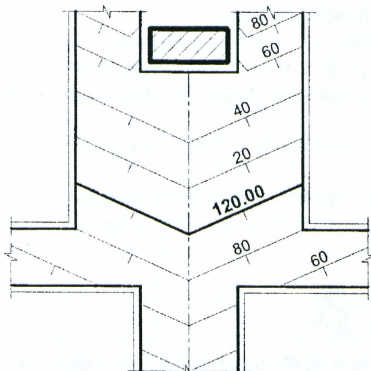


Рис.26.

В зависимости от отметок улиц и проездов устанавливают отметки зданий так, чтобы вода текла от зданий к проезду.

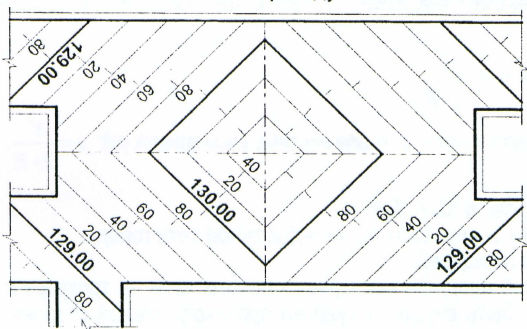


Рис.27.

с очень большой водосборной траекторией, что затрудняет движение транспорта и пешеходов. Поэтому такие площади целесообразно проектировать на пересечении местности.

Площадь желательно проектировать на пологих участках, при сложном рельефе производят его перепланировку, возможно устройство террас при $i > 30\%$.

Вертикальная планировка площадей производится методом проектных горизонталей и профилей, которые строятся по характерным направлениям и позволяют иметь полное представление о рельефе и учесть те отметки, которые остаются неизменными при вертикальной планировке.

Вертикальная планировка площадей при пересечении улиц в разных уровнях выполняется методом профилей, которые обеспечивают необходимые габариты сооружений и уклоны пересекающихся магистралей и съездов развязок. Затем производят детализацию методом проектных горизонталей.

Вертикальная планировка проезжей части и тротуаров проводится теми же методами, что и перекрестков. Т.к. отдельные элементы транспортных имеют разный уровень, то в соответствии с проектными горизонтальными проектируют сопрягающие откосы.

Поверхность площади может быть 1,2,4-скатной, $i_{прод}$ до 30‰, $i_{поп}$ = 3-5‰.

Ось главного гребня ориентируют на доминирующее здание или главную магистральную улицу, гребень должен иметь подъем к доминанте, особенно при вытянутой прямоугольной форме площади.

Слабовогнутая поверхность площади создает лучшую обзорность, но такое решение нежелательно с точки зрения водоотвода. С этой точки зрения, лучше выпуклая площадь со скатами к периферии, однако условия обзорности ухудшаются.

Организация проектного рельефа на площади определяется для каждого конкретного случая с учетом рельефа, национальных традиций и т.д.

Определив назначение площади и организацию движения транспорта и пешеходов на ней, проектируют на площади сплошное дорожное покрытие или же предусматривают участки зелени, которые могут использоваться для организации движения на площади.

При односкатном профиле площади происходит значительное скопление дождевой воды при интенсивном дожде на одной стороне площади, в связи

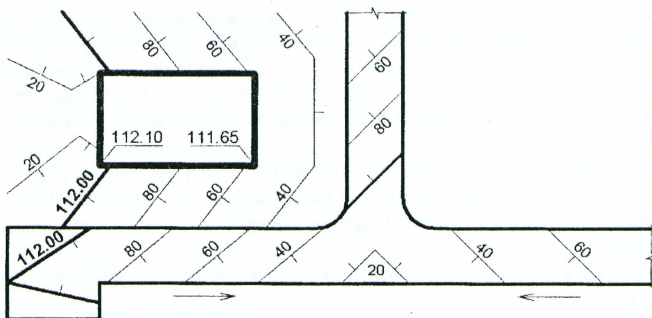


Рис.28.

Вертикальная планировка площадей с кольцевым движением зависит от высотного решения впадающих улиц. В соответствии с направлением уклона от точек пересечения осей улиц и кольцевого проезда, можно представить поверхность всей площади и, в соответствии с отметками по оси проезда, наметить продольные уклоны по кольцу. Для организации водоотвода кольцевому проезду придают поперечный уклон по направлению к тротуарам.

Вертикальная планировка проезжей части позволяет изобразить проектными горизонталями поверхность кольцевого островка: по всей величине его возвышения над проезжей частью определяют места выхода горизонталей на бортовой камень, соединяя точки одноименных горизонталей и придавая поверхности желаемую форму.

После проектирования поверхности проезжей части аналогично проектируют поверхность других элементов площади, обособленного полотна трамвая, направляющих островков, разделительных полос.

1.9.5 Вертикальная планировка пешеходных путей

Продольные $i=4-60\%$. Минимальные уклоны назначают из требований водоотвода, а максимальные с учетом удобства движения. Поэтому ограничивают длину участка с большими уклонами: 300 м – это максимальная длина. В районах гололедами $\max i_{\text{прод}}=40\%$, а в горных районах $\max i_{\text{прод}}=100\%$ (для приближения к рельефу местности).

Поперечный профиль – односкатный, уклон зависит от типа покрытия.

При расположении тротуара вдоль проезжей части, его приподнимают относительно лотка улицы на высоту бортового камня и проектируют с поперечным уклоном к ней для обеспечения водоотвода.

На перекрестках тротуар сопрягают с проезжей частью бортовым камнем сниженной высоты ($\max 0,08$ м).

В тоннелях и на мостах тротуары и проезжую часть разделяют бортовым камнем повышенной высоты (0,2 м и более).

При сложном рельефе между тротуарами и прилегающими к ним откосами насыпей $h>1$ м устраивают бермы минимальной шириной 0,5 м; при $h>2$ м – тротуары с ограждением.

Пешеходные переходы

Т.к. на участках пешеходных переходов процент несчастных случаев высок, то для улучшения условий безопасности движения пешеходов на магистральных улицах устраивают отдельные зеленые полосы и их относят от перекрестков (поворот транспорта).

Ширина тротуаров на перекрестках увеличена, чтобы было место для накопления пешеходов перед переходом, а на перекрестках принимают необходимое расстояние видимости ($\min 35$ м).

Безопаснее пересечение с магистралями в разных уровнях: тоннели или эстакады. Предпочтительнее тоннели, т.к. меньше высота, преодолеваемая пешеходом: при высоте в свету $\approx 2,4$ м пешеход преодолевает $\approx 3,5$ м и ≈ 6 м при подъеме на эстакаду. Пешеходные тоннели проектируют одно- и двухпролетными в поперечном сечении. Минимальная ширина тоннеля принимается 2,25 м. Двухпролетные тоннели проектируют шириной 6м и выше.

В плане тоннели располагают перпендикулярно направлению городского проезда, а лестничные сходы перпендикулярно или параллельно направлению проезда и размещают их в зоне тротуара или зеленой полосы (зависит от направления основных пешеходных потоков).

Минимальное расстояние от борта проезжей части до ограждения лестничных сходов $\text{min } 0,75$ м.

Лестничные сходы проектируют одно- и двухсторонними, их ширина превышает ширину тоннелей на 1-2 м.

Полная ширина устанавливается на основе интенсивности движения пешеходного потока и пропускной способности потока по одной полосе шириной 1м, в час пик для тоннелей 2000 чел. в 1 час. Ступени 14×32 см при уклоне 1:2,5 и $\text{max } 12 \times 40$ см при уклоне 1:3,5. В одном марше максимум 14 ступеней, $\text{max } i_{\text{прод тоннелей}} 40\%$, $i_{\text{поп}} = 10-15\%$.

Пешеходные мосты проектируют над автодорогами скоростного и непрерывного движения, через ж/д пути, ручьи, канавы, овраги.

Ширина определяется в зависимости от размеров пешеходного движения и расчетной пропускной способности одной полосы шириной 1 м (пропускная способность полосы принимается 1500-2000 пешеходов в 1 час).

1.10 Вертикальная планировка межмагистральной территории

1.10.1 Основные принципы организации поверхности межмагистральной территории

Межмагистральная территория проектируется в зависимости от окаймляющих ее улиц, которые заданы схемой вертикальной планировки города или района и увязаны с существующим рельефом местности.

Цель вертикальной планировки межмагистральной территории:

- 1) обеспечить отвод поверхностных вод на окружающие улицы;
- 2) определить уклоны внутриквартальных проездов, которые бы не осложняли свободное подъезда местного автотранспорта к застройке;
- 3) свести к минимуму объем земляных работ и по возможности оставить без изменения существующие отметки;
- 4) по возможности сохранить слой растительного грунта;
- 5) создать наиболее удобные условия для размещения на территории зданий и сооружений;
- 6) подчеркнуть эстетические особенности рельефа.

В основе проектирования вертикальной планировки лежит принцип водоотвода поверхностных вод с территории на прилежащие проезды с размещением перед ними водоприемных колодцев водосточной сети, что позволяет исключить устройство водосток на застраиваемой территории.

Увязка плана красных линий с межмагистральной территорией в высотном отношении производится на стадии проекта детальной планировки.

Основой для проектирования поверхности территории служат проектные отметки внутриквартальных проездов, которые должны обеспечить сток поверхностных вод в лотки улиц, поэтому их отметки должны быть выше отметок лотка.

На асфальтобетонном покрытии поверхностный сток обеспечивается при минимальном продольном уклоне внутриквартальных проездов $4\%_{\text{по}}$, а максимальном – $100\%_{\text{по}}$.

При больших размерах межмагистральной территории водосточную сеть проектируют в ее пределах с отводом воды через внутриквартальные проезды к дождеприемным колодцам.

Внутриквартальные проезды могут иметь:

- 1) однокатный поперечный профиль с поперечным уклоном 10-40‰
- 2) двукатный профиль (вогнутый или выпуклый) с $i = 20-40‰$;
его преимущества:

- a) отсутствие бортовых камней, формирующих лоток;
- б) возможность легко производить размостку при выходе проезда на улицу;
- в) 2-х скатный выпуклый профиль может быть рекомендован для устройства главных проездов с двухполосным движением при условии ввода на внутриквартальную территорию ветки водосточной сети.

Высотное решение межмагистральной территории зависит от существующего рельефа:

Схемы принципиального решения проектного рельефа межмагистральных территорий:

- 1) на холмах (уклоны в сторону улиц);
- 2) на территории с гребнем-водоразделом:

при падении рельефа от магистрали решение усложняется: вдоль магистрали искусственным водоразделом определяют полосу шириной 20-25 м с уклоном в сторону дороги, а за водоразделом сохраняют направление существующего рельефа (отметка водораздела назначается из условия минимальных земляных работ, создавая плоскость с минимальным поперечным уклоном, обеспечивающим сток поверхностных вод на прилегающую улицу).

3) на территории с тальвегом или ложчиной возможно предыдущее решение, но и иное, т.е. допускается падение проектного уклона в сторону естественного понижения рельефа. Но на территории обязательно устройство закрытой водосточной сети (выбор по технико-экономическому обоснованию).

1.10.2 Вертикальная планировка межмагистральной территории

При вертикальной планировке микрорайонов города решают следующие задачи:

- 1) высотное размещение путей для внутримикрорайонного транспорта пешеходного движения;
- 2) правильное и экономичное размещение избыточных масс грунта.

Исходные данные для вертикальной планировки: существующий рельеф; проектные отметки окружающих улиц и их пересечений; глубина заложения подземных сетей и оборудования; архитектурно-пространственное решение; условия застройки; при реконструкции: отметки существующей застройки.

Производство земляных работ и, соответственно, объем разрабатываемого грунта – вынужденная мера для поднятия поверхности при ровном рельефе, прокладки внутрирайонных проездов с допустимыми уклонами при крутом рельефе, выравнивания отдельных участков под здания, сооружения, площадки, т.е. во всех случаях, когда конкретным условиям использования участка препятствует его естественная поверхность.

Особенности застройки межмагистральной территории при одностороннем рельефе могут потребовать большего или меньшего преобразования существующей поверхности. Так, если при замкнутой периметрической застройке квартала может возникнуть необходимость создания спланированной поверхности всей территории, то при свободном расположении зданий компактной конфигурации может оказаться достаточным выравнивание только площадок под здания; размещение большепролетных и протяженных производственных зданий требует выравнивания больших пространств, чем при жилой застройке.

Необходимость активного преобразования рельефа определяется и планировочным решением межмагистральной территории. Чем тщательней учтены особенности

рельефа при ее зонировании и чем тщательнее подобраны типы зданий соответственно условиям рельефа, чем больше увязана сеть внутриквартальных проездов с микро-рельефом территории, тем меньше необходимость внесения исправлений в существующую поверхность.

Но и при тщательном учете условий рельефа в проекте планового решения большие объемы земляных работ могут оказаться необходимыми из-за влияния следующих факторов:

- сложного рельефа застраиваемой территории со значительной изрезанностью и крутыми скатами;
- приближения возвышенных участков территории к уровню примыкающих магистральных улиц;
- засыпка отработанных карьеров, разрытий грунта;
- повышения отметок естественной поверхности, имеющей вид замкнутой бессточной котловины;
- замена слоя грунта с неблагоприятными прочностными характеристиками.

О степени изменения естественного рельефа можно судить по объемам земляных работ, отнесенным к 1 м² застраиваемой территории (для изменения отметок на 10 см объем разрабатываемого грунта в пределах микрорайона средних размеров составит 18 тыс. м³).

1.10.3 Вертикальная планировка при сплошном и частичном преобразовании рельефа

К преобразованию поверхности всей застраиваемой территории прибегают при освоении затопляемых территорий (гидронамывом создается поверхность с отметками выше расчетного горизонта затопления); размещения застройки на участках с высоким уровнем стояния подземных вод (отметки поверхности поднимаются исходя из допустимого приближения горизонта вод к сооружениям); размещении застройки в котловине ниже уровня окружающих магистралей (отметки назначают исходя из возможностей подключения к коллекторам канализации (дождевой и фекальной)).

Только при создании совершенно новой поверхности имеет смысл разбивать всю территорию на отдельные оформляющие плоскости, обеспечивающие решение водоотвода при условии сведения к минимуму объема земляных работ.

Сплошное преобразование рельефа может оказаться целесообразным и при размещении небольшого по площади квартала на территории с крутыми склонами, когда застраиваются отдельные террасы, сопряженные друг с другом откосами (реже – подножными стенками).

Вертикальная планировка микрорайонов при частичном преобразовании рельефа.

Из элементов, размещаемых на территории микрорайона, наиболее строгие требования к рельефу предъявляют:

- 1) застройка (ж/д и сооружения культурно-бытового обслуживания);
- 2) гаражи и открытые стоянки автомобилей;
- 3) физкультурные и спортивные сооружения;
- 4) проезды.

В совокупности они занимают не более 30-35% территории микрорайона. Это означает, что даже при очень сложном рельефе, когда все названные элементы размещаются на специально спланированных площадках, нет необходимости изменять отметки всей территории микрорайона. Наиболее эффективный приём вертикальной планировки территорий жилых микрорайонов – частичная планировка, когда на большей части территории сохраняется естественный рельеф, а его преобразование предусматривается преимущественно в зоне застройки. Кроме того, рациональным расположением зданий

относительно рельефа и выбором их типа (точнее, секционные, каскадные и др.) можно свести к минимуму объём земляных работ и на этих участках.

Первая стадия разработки проекта вертикальной планировки территории минимальна: анализ его рельефа и проекта горизонтальной планировки.

Конечная цель: разделение территории на участки с сохранённым рельефом и на участки, которые требуют его изменения.

Решающим для проектирования проектной поверхности участков межмагистральной территории являются проектные отметки внутриквартальных проездов.

1.10.4 Высотная привязка зданий и сооружений

В связи с индустриализацией строительства высотная привязка зданий при вертикальной планировке *без изменения типовых фундаментов и типовой высоты цоколя* приобретает актуальное значение, т.к. является наиболее экономичной. Такое решение довольно просто применять на равнинном рельефе.

Перепад рельефа влияет на дополнительный расход кладки при устройстве уступов в подошве фундаментов и стенового материала в цокольной части этажа. Объём дополнительной кладки в цоколе зависит от длины участка и разницы в отметках по концам его и толщине кладки стен цоколя.

Дополнительная кладка увеличивает стоимость здания. Более экономичное решение со смягчением уклонов вдоль здания, которое хотя и увеличивает объём земляных работ, но сохраняет кладку в цокольном этаже.

На среднем рельефе дома посадить труднее. Но и здесь можно найти решение, не вызывающее изменения типового проекта подземной части.

Здание не только располагают вдоль горизонталей но и сооружают террасы с невысокими откосами, иногда с выравнивающей подсыпкой (высотой на 0,5 м меньше глубины заложения фундаментов, что необходимо для размещения их подошвы не в насыпных грунтах, а в слое естественной плотности).

Высота посадки здания определяется исходя из проектных отметок прилегающей территории. Её поперечный уклон(*i*) от здания принимают (10-25%), уклон отмоксти 50-80‰ (минимальный уклон(*i*) определяют из условий водоотвода 4-5‰):

- 1) *max* назначают из того, что перепад высот по углам здания не может превышать 1-2 м;
- 2) *max* перепад отметок чистого пола и отмоксти 1-2 м, а *min*=0,5 м. (*min* превышение чистого пола исчисляют от наивысшей точки отмоксти. Принято считать, что при большем перепаде высот необходимо изменение типового проекта здания).

Примеры высотной привязки зданий, стр. №21 (мет. В пл.меж.тер.)

1.10.5 Вертикальная планировка площадок под отдельные здания

При строительстве под здания устраивают площадки с минимальными перепадами высот по углам. Причём направление уклона не всегда совпадает с посадкой здания, т.к. учитываются требования архитектурно-пространственного решения застройки, проветривания, при необходимости ветрозащиты и т.п.

Выбор способа посадки здания зависит от его размещения относительно границ межмагистральной территории и соседних зданий. При размещении в квартале зданий небольших размеров, особенно при периметральной застройке без разрывов, при посадке зданий на стеснённой площадке (между уже существующими зданиями) – тогда высотное положение площадки застройки предопределено отметками поверхности улицы или точек по контуру существующих строений, что делает почти невозможным создание выравненной площадки.

При микрораённой застройке здания не так жестко связаны с поверхностью улиц в высотном отношении улиц и поэтому возможно разместить их на отдельных площадках с местными срезами-подсыпками (особенно если здания удалены от красной линии).

Ширина площадки под здания при подсыпке = ширине здания с учётом отмостки; при врезке в склон ширина площадки увеличивается, т.к. необходимо обеспечить обзор из окон и разместить подоткосные лотки: ширина полосы от стен здания до откоса может быть до 5 м (протяженность тем меньше, чем круче склон.)

Высота откосов вырезанной площадки ограничена по: конструктивным; эстетическим; санитарным требованиям.

Т.к. фундамент должен заглубляться в материковый грунт минимум на 0,5 м, то высота не должна быть больше 0,5 м (обычно это=1,0 м, а в зданиях с подвалами – 1,8 м, чтобы не осложнять связь входов в здание с проездом)

При посадке типового проекта выравнивающая площадка в насыпи находится в выигрышном положении в отношении водоотвода: поверхностные воды легко отводятся с отмостки в поперечном направлении.

Наиболее удобны склоны с $i=6-10\%$, поскольку отпадает необходимость переработки цокольной части.

Посадка на рельеф с сохранением типовых фундаментов и высоты цоколя является наиболее оправданной, и такой тип решения просто применяется на равнинном рельефе при $i=100-120\%$.

Труднее произвести посадку домов на среднем рельефе: здания располагают вдоль горизонталей, но террасы сооружают с невысокими откосами, а иногда с выравнивающей подсыпкой.

Мах уклон площадки определяется с условием, что:

1. перепад высот по углам здания мах. 1-2 м;
2. перепад отметок чистого пола и отмостки 1-2 м (мин 0,5 м) отсчёт от мах точки отмостки;
3. если перепад высот больше рекомендуемых, то изменяют типовой проект здания.

Для отвода дождевых вод со стороны здания, где нет проезда, устраивают лоток, расположенный вне трассы переходных путей.

На пересечённом рельефе рекомендуют строить односекционные здания башенного типа

В условиях сложного рельефа лучше всего одна секция дома.

При строительстве многосекционных зданий на крутых склонах секции смещают по вертикали или используют дома ступенчатого типа.

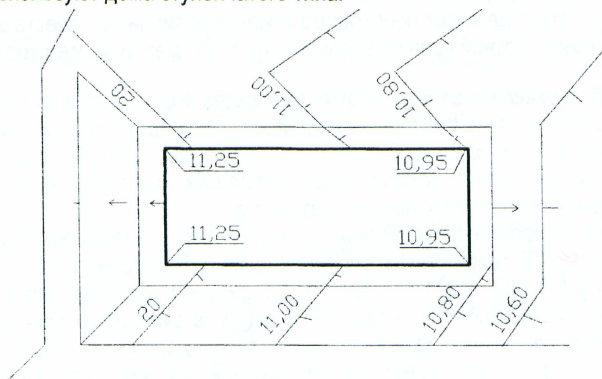


Рис.29.

1.10.6 Вертикальная планировка территории с зелеными насаждениями

Проектирование вертикальной планировки территории зеленых насаждений внутри микрорайона должно решить следующие вопросы: сохранение существующих зеленых насаждений и почвенного покрова при производстве земляных работ, удаление ливневых вод, создание условий для произрастания зеленых насаждений и целесообразной эксплуатации территории.

На участках с зелеными насаждениями вертикальную планировку выполняют, сохраняя отметки существующей поверхности. Сопряжение участка с проектируемой территорией осуществляется откосами с заложением 1:2.

Если участок зеленых насаждений расположен выше прилегающей территории, необходимо в проекте предусмотреть лотки для сбора поверхностных вод, чтобы избежать размыва откосов. Сбор воды должен сосредотачиваться в определенных местах, где устраивают лоток по откосу.

При наличии на участке зеленых насаждений закрытой водосточной сети на нем устраивают ливнеприемные колодцы, отводы которых подсоединяют к ливнеотводу микрорайона.

При расположении участка зеленых насаждений ниже уровня прилегающей территории ввод на них линий закрытого ливнеотвода обязателен. Кроме того, необходимо предусмотреть мероприятия по использованию стока ливневых вод для полива.

Участки, отводимые для зеленых насаждений, должны быть спланированы так, чтобы сток дождевых и талых вод с их поверхности был полностью обеспечен (минимальный уклон 0,5%). При озеленении крутых склонов должны приниматься меры против размыва грунта атмосферными осадками путем устройства дорожек, лотков и канав.

Перед посадкой следует определить уровень грунтовых вод на территории, подлежащей озеленению. Допустима следующая минимальная глубина залегания грунтовых вод от поверхности, м:

Древесные насаждения	1,5
Газоны и цветники	0,8
Кустарниковые насаждения	1,0

Зеленые насаждения применяют для озеленения предзаводских площадей, участков перед административными, общественными зданиями и цехами, мест отдыха и спортивных площадок, пешеходных дорожек и проездов, откосов берегов водоемов, противопожарных разрывов.

Следует учитывать возможность воздействия на растения атмосферных выбросов промышленного предприятия и выбирать так называемые «дымо-газоустойчивые» зеленые насаждения.

При подборе пород необходимо учитывать:

- географическое положение населенного пункта и его климатические особенности;
- наличие существующих посадок (породы деревьев, их состояние и возраст);
- характер почв и грунтов на озеленяемых участках;
- развитие подземных инженерно-санитарных сетей под озеленяемыми улицами;
- желательность разнообразия в ассортименте насаждений как по городу, так и на отдельных озеленяемых участках;
- соответствие выбранных пород назначению зеленых насаждений.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ СТОКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ

2.1 Формирование поверхностного стока

Одним из основных элементов благоустройства территории города является отвод поверхностных вод. Правильно и рационально запроектированная система отвода поверхностных вод создает благоприятные условия для строительства и эксплуатации всех видов городских сооружений.

Водоотводная система в комплексе мероприятий инженерной подготовки должна проектироваться в сочетании с вертикальной планировкой, которая решает задачи:

- обеспечение концентрации стока (дождевых и талых вод) к водоотводной сети;
- планировка улиц, тротуаров и кварталов в соответствии с требованиями удобства и безопасности движения транспорта и пешеходов.

Поверхностный сток на незастроенной территории формируется в результате следующих факторов: интенсивности осадков; категории почв (интенсивности впитывания); задерживающей способности поверхности (по слою воды, мм); времени концентрации стока к данному створу (времени стекания по тальвегам, склонам и руслам).

На незастроенной территории, не имеющей покрытий, дождевой сток может образовываться при условии:

- интенсивности дождя, превышающей интенсивность впитывания;
- после выпадения осадков, количество которых превышает задерживающую способность поверхности территории (газоны, скверы, парки).

На застроенной территории поверхностный сток образуется на той части поверхности, которая не обладает впитывающей способностью (дорожные и тротуарные покрытия, застройка 20-40%).

Разработка генеральных схем водоотвода производится в соответствии с рельефом и генпланом застройки города.

2.2 Типы дождевой сети

Каждый город имеет генеральную схему развития водосточной подземной сети, в которой определены пути и очередность строительства коллектора и других элементов сети.

В основе расчетов – генплан города. На его основе разрабатывается проект водосточной сети, состав материалов:

- план бассейна с указанием направления стока по всем улицам проектируемой сети, с указанием расчетных участков и точек размещения дождеприемных, смотровых и других типов колодцев;
- продольные профили коллекторов и сточных веток;
- чертежи конструктивных элементов и сооружений водосточной сети;
- расчетно-пояснительная записка, включающая гидрологический и гидравлический расчеты сети, ведомость объемов работ и сметно-финансовый отчет.

Поверхностные воды с городской территории удаляют при помощи:

- открытой системы: канавы, лотки, кюветы, каналы;
- закрытой системы – это подземная сеть труб, для приема поверхностных вод – водоприемные колодцы (сток воды к колодцам происходит по поверхности территории и по лоткам городских улиц);
- смешанной системы, которая состоит из элементов открытой и закрытой сети.

Открытая сеть – система лотков и кюветов, входящих в поперечный профиль улиц. Состоит из уличной и внутриквартальной. Проектируют: 1) в районах малоэтажной застройки (1-3 эт), 2) на парковых территориях, 3) в сельских населенных пунктах.

Открытая сеть состоит из:

- кюветов или лотков – собирают сток с улиц и прилегающих участков;

- перепускных лотков – удаляют воду из пониженных мест территории;
- канав – отводят воды с больших площадей;
- иногда в сеть включают русла малых рек и каналы.

Размеры поперечных сечений элементов сети определяют расчетом. При небольших площадях стока проектируют по конструктивным соображениям с учетом стандартных габаритов.

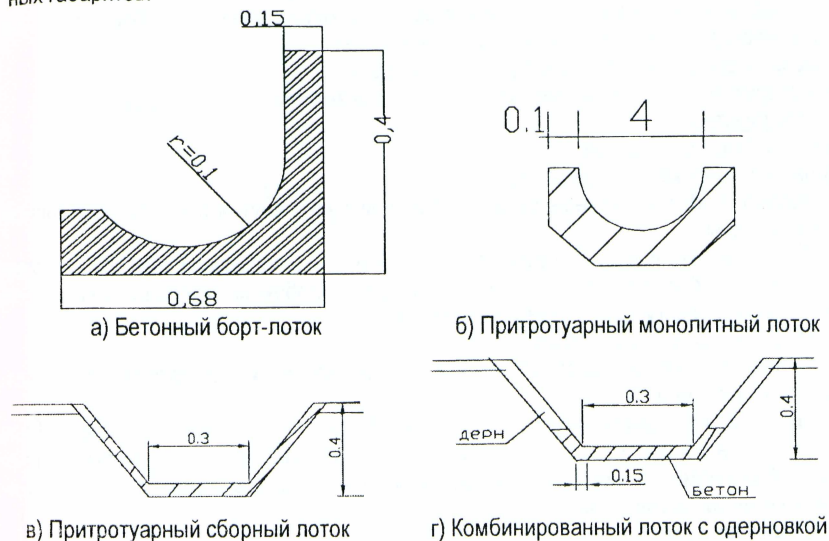


Рис.30.

В городских условиях производят укрепление дна или всего периметра. Одежда (укрепление) выполняется из каменного мощения, одерновки, бетонных плит, монолитного бетона и сборных элементов.

Крутизна откосов 1:0.25; 1:0.5

В плане кюветы и лотки проектируют вдоль улиц, намечая сеть с учетом длины свободного пробега воды.

В местах пересечения укладывают трубы или мостики. Уклоны приближают к рельефу; по возможности трассируют вне границы застройки.

Поперечное сечение проектируют по 3-м схемам:

- 1) прямоугольной;
- 2) трапецидальной;
- 3) параболической.



Рис.31. Для каналов 1 и 2 схемы

Мах высота в городских условиях ограничена: 1.2 м при предельной глубине потока 1.0 м, причем превышение над бровкой min 0.2 м. Каналы имеют большое поперечное сечение.

В продольном профиле min i лотков проезжей части, кюветов и водоотводящих каналов зависит от типа покрытия (3-5‰) и обеспечивает min незаиливающую скорость движения дождевых вод (0.4-0.6 м/с).

Мак неразмывающие скорости определяют $\max i$ (от типа покрытия) – 2-4 м/с.

При i рельефа больше допустимых значений устраивают специальные сооружения для погашения V : ступенчатые перепады, быстротоки.

Недостатки:

- 1) при больших расходах поверхностных вод лотки не вмещают расчетных расходов;
- 2) кюветы и канавы достигают размеров, неприемлемых для городских улиц;
- 3) на пересечениях улиц и на въездах в кварталы и микрорайоны – необходимо соорудить переездные мостики или прокладывать трубы;
- 4) опасность для движения транспорта и пешеходов;
- 5) все сооружения требуют непрерывного надзора и эксплуатационных мер.

Достоинства:

- 1) дешево, быстро по срокам;
- 2) целесообразно, как временная мера.

Закрытую дождевую сеть разделяют на уличную и внутриквартальную в зависимости от работы.

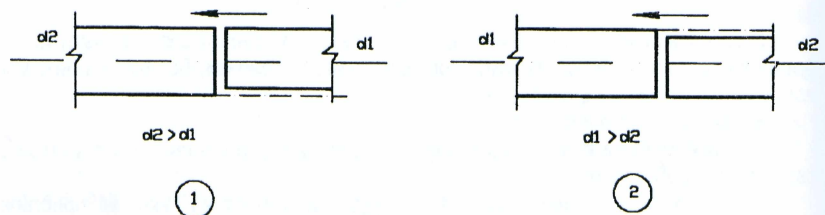
Состоит из: подводящих элементов – это лотки улиц; подземной сети труб (коллекторов); дождевые и смотровые колодцы; выпуски; водобойные колодцы; быстротоки; перепадные колодцы и другие специальные узлы.

Min диаметр труб 0,25 – 0,2 м.

Коллектор – это безнапорный трубопровод из: керамики; асбестоцемента; пластмассы; железобетона; чугуна.

Для больших диаметров используют железобетонные трубы круглого сечения, для меньшего d – а/ц и пластмасса; керамика редко, т.к. хрупкие; чугун – на участках с особыми требованиями, т.к. воспринимают большие перегрузки (они герметичны, повышенной механической устойчивостью).

Соединяют трубы:



1) шельга в шельгу;

2) при малых $i_{\text{прод.}}$ по отметкам лотка

Рис.32.

Трасса коллектора в плане определяется с учетом свободного пробега воды, которая определяется S от водораздела до первого дождеприемника (150-300 м).

Дождеприемные колодцы размещают в плане, обеспечивая полный перехват дождевых вод, которые бегут к лотку. Поэтому они располагаются:

- в местах понижения проектного рельефа(1,2);
- на въездах из кварталов (3);
- перед перекрестками со стороны притока воды (вне полосы пешеходного движения);
- в лотках проезда с шагом, который зависит от i прод. улицы (4‰ – 50 м...30‰ – 80 м) и ширины проезжей части (шир 30 м $i > 30\text{‰}$ ⇒ расположение ≈ 60 м.

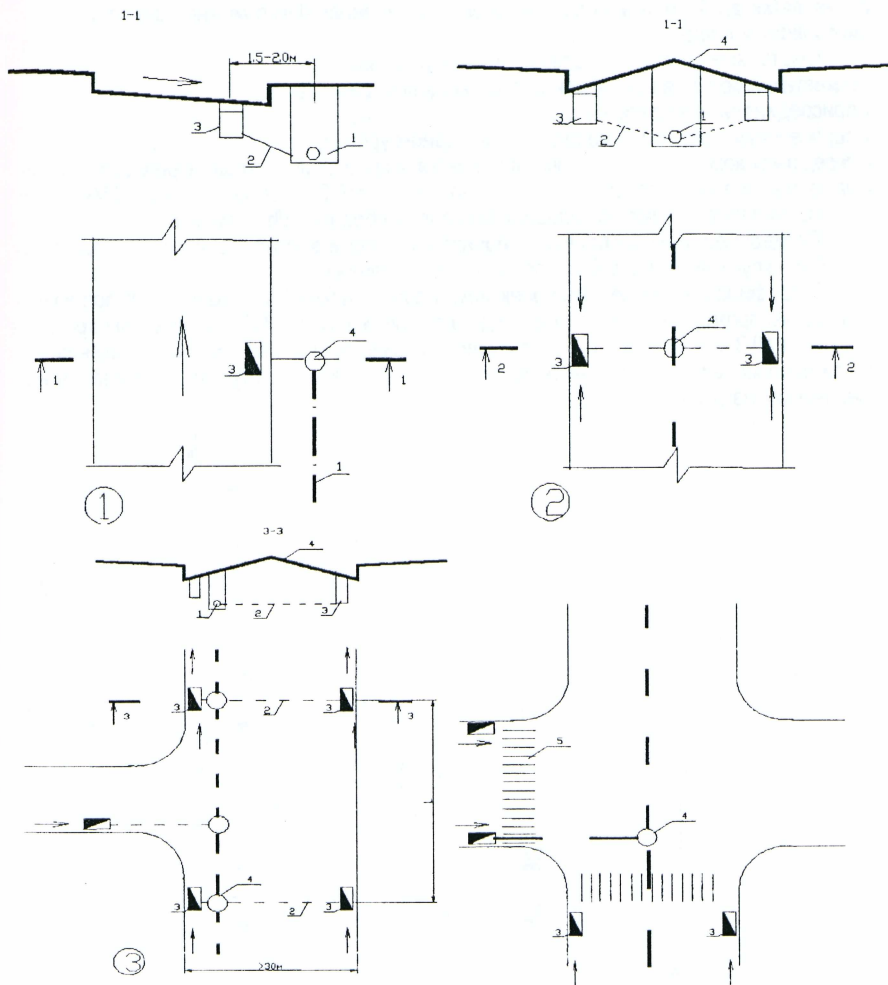


Рис.33. 1 – коллектор; 2 – водосточная ветка; 3 – дождеприемный колодец; 4 – смотровой колодец; 5 – зона пешеходного перехода.

В зависимости от условий приема воды применяют следующие типы дождеприемных устройств:

- при одностороннем притоке воды по лотку улицы – нормальный типовой колодец из сборных ж/б элементов с горизонтальной дождеприемной решеткой;
- при двухстороннем притоке воды на безуклонных участках устраивают дождеприемные колодцы повышенной пропускной способности с двумя или несколькими горизонтальными и дополнительными вертикальными решетками.

Для соединения дождеприемника с коллектором проектируют специальную ветку (max L 40 м) и min 2 дождеприемных колодца. На стыке ставят смотровой колодец. При

длине ветки до 15 м и V воды в коллекторе не менее 1 м/с можно присоединять без смотрового колодца.

Смотровые колодцы на дождевой сети устанавливают:

- в местах изменения направления трассы, диаметра и i труб;
- присоединения трубопроводов;
- пересечения с подземными стоянками в одном уровне;
- перед выпуском затопленного типа (уровень лотка ниже горизонта воды в реке или водоеме);
- на прямых участках шаг зависит от d труб водостока ($d=0.2$ м шаг 50 м; >2 м-шаг 250-300 м).

Выполняют смотровые колодцы из типовых сборных ж/б элементов.

Размеры должны позволять выполнять очистку и осмотры водостоков (при d труб до 0.6 м – круглые, при $d>0.6$ м – прямоугольное сечение).

В профиле дождевую сеть проектируют с \min глубиной заложения, которое зависит от глубины промерзания грунта (при d до 0,5 м не выше, чем 0,3 м от границы промерзания; при $d>0.3$ м – не выше 0,5 м от границы промерзания). \min глубина заложения 0,7 м (если надо меньше, то специальные мероприятия по защите труб от промерзания и динамических нагрузок).

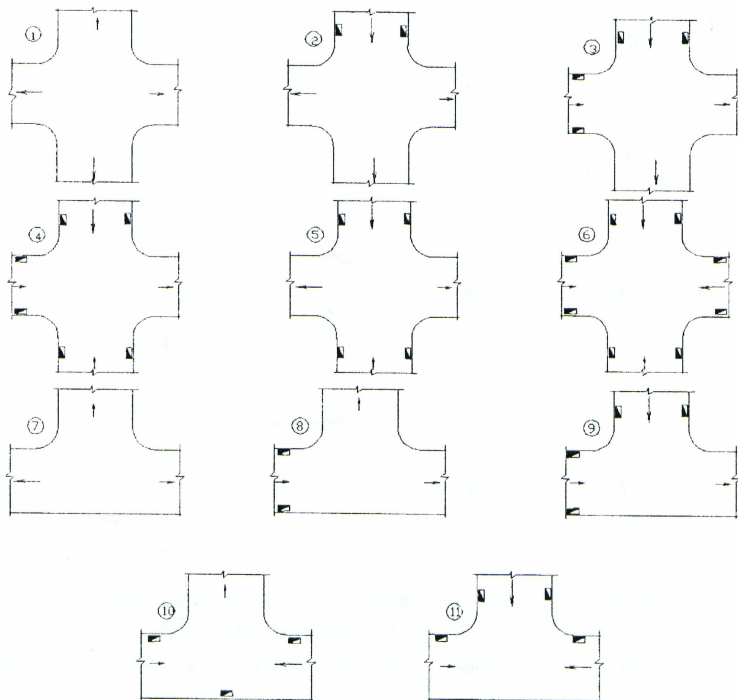


Рис.34.

Дополнительно учитывают (при выборе глубины заложения) способы прокладки:

- открытый способ 2,5-3,5 м;
- закрытый способ:
 - прокол и продавливание 2,5-3,5 м;
 - щитовая проходка – высота грунта над щитом 1-1,5 d .

$\text{Min } i_{\text{прод}} = 5\text{‰}$ (в исключительных случаях при равнинном рельефе 4‰) для обеспечения $\text{min } V$ движения сточных вод, исключающую заиливание труб ($0,2 \text{ м } d - V = 0,7 \text{ м/с}$ $d > 1,5 \text{ м } V = 1,5 \text{ м/с}$)

$\text{Max } i_{\text{прод}} - V \text{ max } 7 \text{ м/с}$ (металлические трубы 10). Для погашения V трассируют на разных высотных уровнях (поток обладает значительной энергией \rightarrow разбивает трубы)

В местах перепада высотных уровней, когда трубопроводы расположены в разных уровнях, их соединяют при помощи непарных узлов, которые гасят V движения и энергию потока:

- при перепаде 0,3 м и d до 0,6 м устраивают плавный слив в смотровом колодце;
- при перепадах высот от 3 до 6 м и d до 0,5 м устраивают перепадные колодцы с водобойным устройством.

Перепадные колодцы устраивают на участках с большим падением рельефа для препятствия созданию скорости движения воды в коллекторе больше нормы.

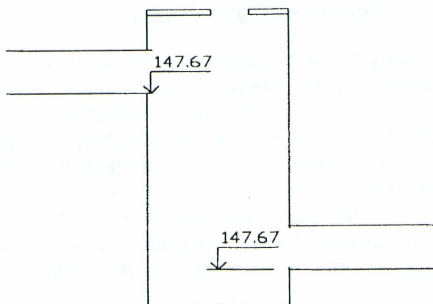


Рис.35.

Выпуски водосточной сети устраивают вне самой зоны, ниже по течению. Вода предварительно проходит через очистные сооружения.

Выпуски в основном устраивают незатопленными, на отметке нормального горизонта воды в реке.

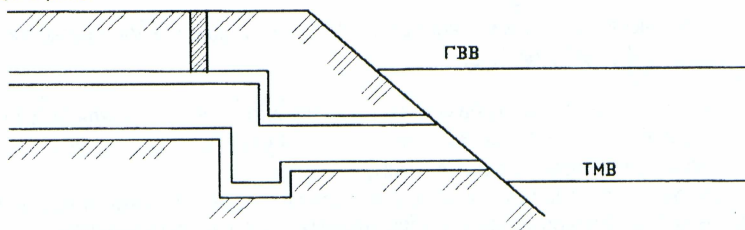


Рис.36.

2.3 Проектирование ливнеотводящей сети

Физические параметры дождя. Для расчетов и проектирования водоотвода необходимо определить:

- количество ливневых вод, выпавших на поверхность канализуемой территории;
- расчетный расход воды, протекающей через определенный створ ливневой сети. Количество дождевых вод, выпавших на поверхность канализуемой территории, узнаем путем определения физических параметров дождя: его интенсивности, продолжительности и повторяемости.

Расчетный расход воды, протекающей через определенный створ ливневой сети, определяется из условия стока (концентрации, добегания) и расчетных параметров – предельной интенсивности и продолжительности дождей с учетом местных условий, а также степени благоустройства территории.

Интенсивность выпадения осадков – это их количество в единицу времени на единицу площади. Ее выражают в линейных единицах (мм/мин) и объемных (л/с*га). В расчетах используют объемные единицы измерения, а для перехода от линейных к объемным используют коэффициент

$$\delta = 166,7 i_o, \text{ где } \delta - \text{интенсивность дождя по объему, л/с*га;}$$

$$i_o - \text{интенсивность дождя по слою, мм/мин}$$

Дожди с высокой интенсивностью называют ливнями (не менее 0,5мм в 1 мин при продолжительности 10 мин; 0,3мм в 1 мин при продолжительности 20 мин).

$$i_o = \frac{h}{t}, \text{ где } h - \text{высота слоя осадков (мм); } t - \text{время (мин).}$$

Величины t и h получают путем расшифровки лент самопишущих дождемеров.

Вероятность повторения дождей определенной интенсивности за тот или иной период продолжительности характеризуют частотой превышения или периодом однократного превышения P . Вероятность выпадения дождей определенной интенсивности выражают в годах или процентах ($P=4$ года т.е. 1 раз в четыре года или $m=0,25\%$). Величина P представляет собой период однократного повторения дождя, т.е. число лет, в течение которых вероятность выпадения дождей данной интенсивности составляет единицу.

Связь между стокообразующей интенсивностью дождя, продолжительностью и периодом однократного превышения можно отразить математической зависимостью:

$$\delta = \frac{A}{t^n}, \text{ где } A \text{ и } n - \text{параметры, определенные в результате наблюдений, зависят от}$$

географического положения района, условий канализирования дождевых вод и принятой в расчете повторяемости ливней P .

При отсутствии обработанных данных допускается параметр A определять по формуле: $A = \delta_{20} \cdot 20^n \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^{\gamma}$, где

δ_{20} – интенсивность 20-минутного дождя (л/с) на 1 га для данной местности при $P=1$ год (черт. 1 стр. 4 СНиП 2.04.03-85);

n – табл. 4 СНиП;

P – период однократного превышения расчетов интенсивности дождя (п. 2.13 СНиП);

m_r – среднее количество дождей за год (табл. 4 СНиП);

γ – показатель степени (табл. 4 СНиП).

Расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка в минутах.

Продолжительность дождя определяют для максимальных расходов, поступающих в сеть (критическая продолжительность). Метод определения расчетных расходов с учетом критического времени называют методом предельных интенсивностей.

Сущность метода заключается в том, что максимальный расчетный расход дождевых вод в рассматриваемом сечении соответствует продолжительности дождя, равной времени протока дождевой капли от наиболее удаленной точки площади стока до рассматриваемого сечения – время концентрации стока. Следовательно, для получения максимального расхода следует вместо продолжительности дождя подставлять время концентрации стока. Отсюда расчетная продолжительность дождя определяется по формуле:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p,$$

где t_{can} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или уличного коллектора, т.е. время поверхностной концентрации в минутах (п. 2.16 СНиП);

t_{can} – то же, по уличным лоткам до дождеприемника, а при их отсутствии – в пределах квартала; $t_{can} = 0,021 \cdot \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}$, где l_{can} – длина участка лотка, м;

v_{can} – расчетная скорость течения на участке, м/с;

l_p – длина расчетных участков коллектора, м.

2.3.1 Коэффициент стока

Величина коэффициента стока, учитывающего потери выпавшей на поверхность бассейна дождевой воды в период стока, зависит от ряда факторов. Основным фактором является род поверхности, кроме того, интенсивность и продолжительность дождя.

На застроенных территориях поверхности могут быть водонепроницаемые (крыши, асфальтобетонные и бетонные), частично водопроницаемые (щебеночные и гравийные покрытия, брусчатые мостовые, грунты и газоны). При водопроницаемых поверхностях на коэффициент стока влияет влажность грунта.

Среднее значение коэффициента стока учитывает, что при выпадении дождя только часть воды стекает в канализационную сеть, а другая часть расходуется на смачивание поверхности и заполнение неровностей с последующим испарением и просачиванием в почву.

Средние значения коэффициента стока для разных родов поверхностей независимо от характера дождя приведены в табл. 9 и 10 СНиП. Территории садов и парков, не оборудованных ливневой сетью, в расчетную величину площади стока не включаются и при определении коэффициента стока не учитываются.

Озелененные площади, полосы бульваров, газоны, озеленение дворов включают в себя расчетную величину площади стока и учитывают при определении коэффициента стока. В расчетах используют среднее значение коэффициента стока z_{mid} ,

$$z_{mid} = \frac{\sum_{i=1}^n z_i \cdot f_i}{\sum f_i} \text{ или } z_{mid} = \sum_{i=1}^n z_{mid}^i, \text{ где}$$

z_i – коэффициент стока разных родов поверхности (табл. 9 и 10 СНиП);

f_i – площадь разных родов поверхности, га.

2.3.2 Гидравлический расчет ливневой сети

Задачей гидравлического расчета является определение размеров водостоков, уклонов и скорости течения воды.

Движение дождевых вод в сети неравномерное, точный расчет этой формы потока, особенно в условиях неопределенности и колебания расходов поступающих вод в разных точках сети, произвести довольно трудно. При проектировании расчет ведут по формулам установившегося движения воды, а действительное неустановившееся движение воды учитывают путем введения корректирующих коэффициентов.

Гидравлический расчет самотечных коллекторов производят на расчетный максимальный секундный расход сточных вод.

Скорость движения воды в водостоке определяют по формуле:

$$v_{min} = c \cdot \sqrt{R_i},$$

где c – коэффициент, зависящий от гидравлического радиуса и шероховатости смоченной поверхности канала или трубопровода и определяемый по формуле:

$$c = \frac{R \cdot y}{n_1},$$

где $y = 2,5\sqrt{n_1} - 0,13 - 0,75R(\sqrt{n_1} - 0,1)$;

n_1 – коэффициент шероховатости, принимаемый для самотечных коллекторов круглого сечения 0,014, для напорных трубопроводов – 0,013.

$v_{\min} = 0,6$ м/с; $v_{\max} = 7$ м/с; в металлических трубах 10 м/с.

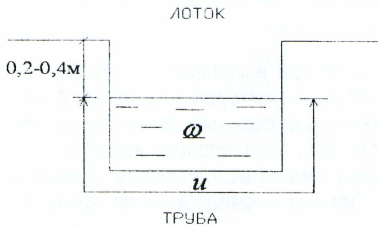


Рис.37.

R – гидравлический радиус, м; $R = \frac{\omega}{u}$,

где ω – площадь живого сечения трубы, м;

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \pi \cdot r^2$$

u – смоченный периметр, м; $u = \pi \cdot d = 2\pi \cdot r$

i – гидравлический уклон, для самотечных трубопроводов и каналов:

$$i = \frac{\lambda \cdot v^2}{8 \cdot R \cdot g},$$

где g – ускорение силы тяжести;

λ – коэффициент сопротивления трению по длине, определяют по формуле с учетом различной степени турбулентности потока:

$$\frac{1}{\lambda} = -2 \lg \left(\frac{\Delta}{13,63R} + \frac{\alpha_2}{Re} \right),$$

где Δ – эквивалентная шероховатость, см;

α_2 – коэффициент, учитывающий характер шероховатости труб и каналов (табл. 15);

Re – число Рейнольдса, отражающее характер движения жидкости (величина безразмерная);

$Re = \frac{v \cdot l}{\nu}$, где ν – кинематическая вязкость жидкости, которую определяют по графику зависимости Re от скорости и диаметра (рис. 2.1 стр. 47 Альтшуль А.Д.)

2.3.3 Гидрологический расчет ливневой сети

Расчет производят на основе СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

Цель расчета: определить расчетный расход дождевых вод по методу «предельных интенсивностей».

Расходы дождевых вод определяются по формуле: $g_r = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t_r^{1,2n-0,1}}$,

где z_{mid} – среднее значение коэффициента, характеризующего поверхность бассейна стока п. 2.17;

A, n – параметры, определяемые согласно п. 2.12;

F – расчетная площадь стока (га), определяется согласно п. 2.15;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка (мин) и определяется согласно п. 2.15;

Расчетный расход дождевых вод для гидравлического расчета дождевых сетей оп-

ределяем по формуле:

$$g_{cul} = \beta \cdot g_r,$$

где β – коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости сети в момент возникновения напорного режима и определяемого по табл. 11.

2.3.4 Проблемы экологии при организации поверхностного стока

Организация поверхностного стока влечет за собой изменение экологического баланса водного бассейна территории, который нарушается из-за сброса без очистки части дождевых и талых вод в водоемы и пониженные места территории. В процессе круговорота влаги происходит пополнение грунтовых вод за счет фильтрации атмосферных осадков и инфильтрации поверхностных вод из водоемов и водотоков. Атмосферные осадки, образующие дождевой и талый сток, в процессе прохождения приземных слоев атмосферы и особенно стекания по поверхности городских водосборов загрязняются, в них появляются примеси химически вредных веществ.

Отсюда вытекает необходимость максимального сокращения сброса поверхностного стока без очистки и целесообразность отведения его на общие очистные сооружения или на специальные – для поверхностного стока. С этой точки зрения наиболее перспективной мерой охраны водного бассейна от загрязнений является постепенный переход на преимущественное использование полураздельной системы канализации населенных мест в сочетании с реконструкцией раздельной канализационной сети. Эта сеть по сложившейся практике проектирования не предусматривала очистки поверхностного стока, поэтому ее реконструкцию целесообразно осуществлять по двум основным направлениям.

Первое – строительство очистных сооружений непосредственно у выпуска дождевой сети в виде **технических отстойников и биологических прудов** с естественной или искусственной аэрацией.

Второе – перехват загрязненной части поверхностных вод и транспортирование их на объединенные сооружения очистки. Для этого устраивают **отводящий коллектор**, который прокладывают за пределами городской территории.

Профилактические меры, направленные на защиту водных бассейнов от загрязнения, выполняют в соответствии с нормативными требованиями СНиПа и «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами». Эти требования предусматривают, во-первых, запрещение сброса поверхностных вод в непроточные пруды и поверхностные водотоки на участках со скоростями течения менее 5 см/с и расходами водотоков до 1 м³/с. Во-вторых, не допускают значительного загрязнения поверхностных вод за счет благоустройства прибрежных полос. В-третьих, предусматривают регулярный обмен воды в прудах и городских водоемах в течение летне-осеннего периода. В крупнейших и крупных городах водообмен производят до 5 раз за этот период, а в остальных населенных пунктах от 2 до 4 раз, в зависимости от местных климатических условий.

Когда сброс поверхностных вод проектируют в естественные понижения рельефа, одной из важнейших задач является **защита почвы от водной эрозии**, которая имеет негативные последствия не только с точки зрения нарушения равновесия рельефа. Поверхностные воды, несущие продукты разрушения почвы, интенсивно засоряют ими водоемы и водотоки.

Эрозия почвы возникает при формировании концентрированных потоков с размывающими скоростями движения поверхностного стока, которая зависит от уклона рельефа и грунтовых условий. Запрещено поэтому сбрасывать поверхностный сток в размываемые овраги и другие естественные понижения рельефа без создания в них специальных противозерозионных сооружений: оголовков, быстротоков, ступенчатых перепадов и т. п.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКЕ

1. Защита городских территорий от подтопления

1.1 Задачи инженерной подготовки подтапливаемой территории

1.2 Условия формирования грунтовых вод

А. Коэффициент фильтрации

Б. Подземные воды

1.3 Факторы подтопления территории города

1.4 Методы защиты от подтопления

1.5 Дренажная система

2. Защита городских территорий от затопления

2.1 Формирование застройки на прибрежных и пойменных территориях

2.2 Причины затопления

2.3 Методы защиты городских территорий от затопления. Критерии выбора оптимального варианта защиты

3. Инженерная подготовка намывных территорий

3.1 Требования к намывным территориям

3.2 Схемы и способы намыва

3.3 Строительство на намывных территориях

1. Защита городских территорий от подтопления

1.1 Задачи инженерной подготовки подтапливаемой территории

Существуют территории, природные условия которых настолько сложны, что нельзя ограничиться вертикальной планировкой и организацией поверхностного стока. Одним из природных условий являются подземные воды, вызывающие подтопление территорий.

Подземные воды при высоком уровне усложняют строительство зданий и сооружений и их эксплуатацию; ухудшают санитарные условия городских территорий; ухудшают условия произрастания зелёных насаждений.

Выходя на поверхность или приближаясь к ней, они могут вызвать заболачивание, эрозийные процессы и образовывать болота.

Избыточное увлажнение вызывает понижение несущей способности грунтов.

Подземные воды способствуют эрозии почв и грунтов, росту оврагов, активизации оползневых и селевых процессов.

Задачи инженерной подготовки при подтоплении:

1) понижение уровня грунтовых вод;

2) осушение территорий;

3) защита городских зданий и сооружений.

Для решения задач используют устройство дренажных систем + вертикальная планировка городской территории + организация поверхностного стока.

Дренаж представляет собой систему устройств, для искусственного понижения УГВ, рассчитанную на *длительный* период непрерывного действия.

Это отдельные линии или дренажная сеть из *дрен-осушителей* и *дрен-собираателей* коллекторов для отвода поступивших в сеть надземных вод + спец. сооружения на сети: смотровые колодцы, насосные станции и т.д. Их используют:

- при инженерной подготовке и благоустройстве овражных территорий и оползневых склонов;
- в защите городской территории от подтопления водами рек и водохранилищ во время подъёма в них уровня воды, который вызывает повышение УГВ;

- спец. дренажные системы устраивают при строительстве городских улиц и дорог; подземных тоннелей, глубоководных сооружений; подпорных стенок на набережных и в других подобных случаях.

Мах допустимый уровень грунтовых вод определяется на основе необходимой глубины его от поверхности земли в зависимости от назначения подтапливаемой территории и проектируемых (или имеющих) зданий и сооружений.

Наименьшая допустимая глубина от поверхности до наивысшего уровня подземных вод называется *нормой осушения*, которая устанавливается в каждом конкретном случае и зависит от назначения территории:

- территория с застройкой зданиями с подвалами – 0.5-1 м от пола помещения до наивысшего УГВ;
- территория с застройкой зданиями без подвалов – 0.5 м от подошвы фундаментов;
- территория с зелёными насаждениями – 1-2 м в зависимости от типа и пород древесных и кустарниковых насаждений;
- территории с/х. угодий – 0.5-1 м в зависимости от вида культур;
- для городских улиц, дорог и площадей – 0.5-2 м в зависимости от грунта и конструкции дорожных одежд.

В общем виде:

- селитебная территория с капитальной застройкой – 2 м;
- при наличии подвальных помещений служебного пользования или хозяйственного – 3-4 м;
- для территорий парков, стадионов и зелёных насаждений – 1 м.

1.2 Условия формирования грунтовых вод

А. Коэффициент фильтрации

Для выбора оптимального варианта устройства дренажа необходимо знать движение подземных вод в толще земной коры по порам и трещинам и знать структуру горных пород.

Все горные породы разделяются на *водопроницаемые* (поглощают воду и транспортируют её в своей среде) и *водоупорные* (не пропускают воду и, подстилая водоупорные слои, являются для них водоупором).

Источниками питания грунтовых вод на территории города являются:

- атмосферные воды, проникают в грунт путём инфильтрации;
- подземные воды, они поступают с верховых территорий в виде потоков воды в толще водоносных слоёв;
- русловые воды рек и водохранилищ, проникающие в толщу берегового грунта в результате фильтрации этих вод.

Породы, для которых $K_{\phi} < 0.1$ м/сут. считаются водоупорными; т.к. они практически не поддаются дренированию обычными способами.

Водные свойства горных пород характеризуются:

- водопроницаемостью;
- естественной влажностью;
- влагоёмкостью;
- водоотдачей;
- капиллярностью.

Водопроницаемость – способность пород пропускать через себя воду. Скорость фильтрации зависит от наличия пор (больше поры – больше скорость).

В обломочных породах водонепроницаемость больше, чем в мелкозернистых, в глинистых практически равна «0».

Водопроницаемость характеризуется коэффициентом фильтрации: ν фильтрации при гидравлическом градиенте равном 1.

$$i = \frac{H}{L} = 1$$

H – превышение отметок поверхности подземных вод между двумя точками.

L – расстояние между этими точками.

Естественная влажность – полное количество воды, содержащейся в порах пород в естественном залегании. (Мах влажность в породах, залегающих ниже УГВ, и, поэтому их влажность const). В породах, залегающих выше УГВ, влажность меняется по сезонам и даже в течение суток. Различают:

1) абсолютную влажность $W = \frac{g - g_c}{g_c} = \frac{g_w}{g_c} \cdot 100\%$,

где g – масса образца, залегающего в природных условиях;

g_c – масса сухой породы;

g_w – масса воды, содержащейся в порах.

2) относительная влажность – характеризует заполнение пор водой.

$$y = \frac{V_w}{V_n}$$

где V_w – объём воды в порах;

V_n – объём пор;

(абсолютно сухой грунт) $0 < y < 1$ (поры заполнены водой).

Влагоёмкость – способность породы вмещать и удерживать определённое количество воды. Различают:

- полную – мах количество воды всех видов при полном насыщении всех пор;
- капиллярную – количество воды, удерживаемое под действием капиллярных сил при свободном стоке;
- молекулярную – наличие в породе только плёночной воды, удерживаемой силами молекулярного притяжения.

Водоотдача – способность водонасыщенных пород отдавать часть воды при свободном стекании (разница между полной и молекулярной влагоёмкостью). В глинистых грунтах = 0.

Капиллярность – способность пород подтягивать воду по тонким капиллярным пустотам от основного горизонта и увлажнять лежащие выше над ним слои (чем тоньше капилляры, тем выше окончательный подъём воды). При избыточном переувлажнении почвы в районах орошаемого земледелия происходит подъём основного горизонта подземных вод и возникает опасность выхода капиллярных вод на поверхность почвы (если почвы сильно минерализованы, то на поверхности почвы отлагаются соли.)

Это: супеси – 0.7 – 0.02 м/сут;

суглинки – 0.4 – 0.005 м/сут;

глины – 0.005 и меньше.

Гранулометрический состав и пористость определяют гидрогеологические свойства горных пород: чем крупнее зёрна грунта, тем выше водопроницаемость. В лёссовидных грунтах водопроницаемость по вертикали и горизонтали неодинакова, поэтому воду они поглощают быстро, но транспортируют с трудом – остаются водонасыщенными, т. к. свободный отток происходит медленнее, чем впитывание.

Пористость – это наличие пор или капиллярных трещин не более 0.25 мм. Характеризуется:

$$1) \text{ пористость породы } \Pi = \frac{V_n}{V},$$

где V_n – объём капиллярных пустот породы;
 V – объём всей породы.

Пористость глин и глиняных пород не постоянна и зависит от влажности: при увеличении влажности, увеличивается и V породы и наоборот, поэтому для определения пористости глиняных пород пользуются

$$2) \text{ коэффициентом пористости } \varepsilon = \frac{V_n}{V_c} \text{ или } \varepsilon = \frac{\Pi}{1 - \Pi}$$

V_c – скелет породы, т. е. её неизменяемая твёрдая часть.

Вывод:

- 1) обломочные породы имеют хорошую водопроницаемость, в них отсутствует капиллярность;
- 2) пески также водопроницаемы, но они обладают капиллярностью;
- 3) с уменьшением размеров частиц водопроницаемость пород снижается, а капиллярность возрастает;
- 4) глины обладают пластичностью, капиллярностью и большой влагоёмкостью, для воды они практически непроницаемы;
- 5) свойства супесей и суглинков как промежуточных пород по отношению к воде будут приближаться к свойствам, которыми обладают пески и глины;
- 6) проницаемость суглинков может снижаться до «0», а капиллярность, по сравнению с другими грунтами, приближаться к тах.

Б. Подземные воды

В результате просачивания атмосферных вод в грунт и конденсации в порах и пустотах грунта водяных паров образуются подземные воды в толщах горных пород, содержащиеся во всех физических состояниях. Между водоупорными слоями образуются водоносные горизонты, они отличаются степенью насыщенности и видом водного питания.

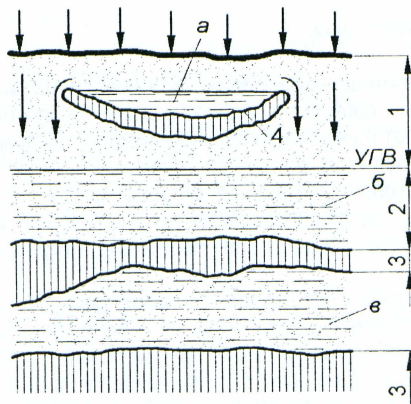


Рис.38. а – верховодка; б – грунтовые воды; в – межпластовые воды.

1. Верхняя зона – зона аэрации. Она «буфер» между *дневной* поверхностью и *грунтовыми водами*; регулирует поступление воды из атмосферы в водоносный пласт и аккумулирует в нижней своей части капиллярные воды, которые гидравлически связаны с водоносным слоем. Мах количество влаги весной (таяние снега), летом - испарение, поглощается растениями, просачивается ниже, формируя водоносные горизонты;

2. Зона насыщения (водоносный слой);

3. Водоупорный слой;

4. Водоупор.

Выбирая мероприятия по борьбе с подтоплением, подземные воды на городской территории классифицируют в зависимости от источников питания и их положения под поверхностью земли.

Верховодка и подвешенные воды

Верховодка – это:

1) просачивающиеся с поверхности атмосферные воды, которые скапливаются на отдельных водоупорных линзах, встречающихся в водопроницаемых грунтах;

2) слабопроницаемые грунты не успевают пропустить поступающую сверху влагу.

Мощность слоя невелика, мах 2 м.

Располагается на небольшой глубине.

Зеркало верховодки не обладает закономерностью распределения и зависит от размеров и расположения водоупорной линзы. Зимой и в засушливые годы она может полностью иссякнуть, а после очередного переувлажнения почвы появиться вновь. Верховодка постепенно стекает с водоупорной линзы и питает водоносный горизонт, залегающий ниже.

Она может быть причиной заболачивания и подтопления подземных сооружений (верховодка + подвешенные воды).

Образование верховодки во многом зависит от организации поверхностного стока и общего благоустройства территории города.

Подвешенные воды – образуются на участках слабопроницаемых грунтов при просачивании осадков. Не имеют водоупора, удерживаются капиллярным натяжением. Постепенно просачиваются к водоносному горизонту, поэтому недолговечны. Зависят от:

- состояния поверхности;
- организации стока;
- благоустройства территории.

Грунтовые и межпластовые воды: движение грунтовых вод и их режим

Грунтовые воды – образуются инфильтрацией из водоёмов, создают поток подземных вод. Это первый от поверхности водоносный слой, который распространён на большой площади и залегает на выдержанном водоупорном слое. УГВ меняется в зависимости от времени года и количества осадков. Встречаются часто на небольшой глубине.

Грунтовые воды подтапливают городскую территорию, имеют большое значение при выборе мероприятий по инженерной подготовке. Встречаются часто на небольшой глубине.

Межпластовые воды – располагаются между двумя непроницаемыми слоями. Если они полностью заполняют водовмещающий слой, то они являются напорными (артезианскими), если нет, то находятся в самотечном режиме. Область распространения не совпадает с областью питания (это площадь выхода водовмещающих пород на отметки дневной поверхности). Опасности для городской территории не представляют.

Движение грунтовых вод можно описать линейным законом фильтрации Дарси:

$$g = k_{\phi} \cdot h_{cp} \cdot i_{cp},$$

где g – удельный расход потока, т. е. количество воды, фильтрующейся в единицу времени по ширине потока в плане равном 1.

k_{ϕ} – коэффициент фильтрации, по табл. для каждой породы грунта;

h_{cp} – средняя площадь потока на единицу ширины:

$$h_{cp} = \frac{h_1 - h_2}{2},$$

где i_{cp} – средний уклон свободной поверхности грунтовых вод или напорного градиента межпластовых напорных вод:

$$i_{cp} = \frac{h_1 - h_2}{l},$$

где l – расстояния между расчётными сечениями (м).

Естественный режим грунтовых вод зависит от природных условий территории. Своеобразен в прибрежных зонах и на водоразделах (уровень повышается при выпадении дождей или таянии снега). Амплитуда годовых речных долин 1-3 м. УГВ в прибрежных зонах зависит от колебания уровня воды в водоёме, продолжительности стояния высоких вод в реке и геологического строения прибрежной зоны.

1.3 Факторы подтопления территории города

Грунтовые воды, их режим и область распространения являются источником подтопления городской территории. Выше мы рассмотрели причины, вызывающие подтопление, которые относят к естественным факторам подтопления.

Повышение УГВ и подтопление могут быть вызваны также расширением городского строительства.

Рассмотрим искусственные факторы, вызывающие изменение режима грунтовых вод на застраиваемых территориях:

- 1) нарушение режимов поверхностного стока: изменение рельефа, срезка растительного слоя, расположение зданий и сооружений перпендикулярно к направлению уклона местности и потока грунтовых вод;
- 2) изменение условий инфильтрационного питания, природной структуры грунтов, температурного и влажностного режимов в зоне аэрации;
- 3) уменьшение поверхности испарения: застройка уменьшает площадь испарения и увеличивает влажность грунтов под зданиями до тах молекулярной влагоёмкости, которая инфильтруется в нижележащие слои;
- 4) низкое качество строительных работ и неправильная эксплуатация предприятий: недоработки вертикальной планировки, при которой происходит аккумуляция атмосферных осадков; наличие котлованов, траншей, резервуаров; сброс промышленных стоков в грунт; устройство поглощающих колодцев;
- 5) утечка в грунт из аварийных водопроводящих коммуникаций;
- 6) изменение видов и количества древесно-кустарниковой и травяной растительности;
- 7) обильный полив садов и парков, скопление большого количества снега на отдельных участках территории города (тротуары, свалки и т. д.);
- 8) строительство гидротехнических сооружений в районах городов;
- 9) степень благоустройства города.

При прогнозировании подтопления используют материалы детальных инженерно-геологических изысканий и соответствующих наблюдений. Учитывается опыт эксплуатации аналогичных участков застройки. Изыскания проводят за 1-2 года до начала строительства.

Влияние застройки на формирование подземных вод прогнозируют на основе данных баланса естественных и нарушенных условий с использованием общих уравнений баланса подземных вод.

1.4 Методы защиты от подтопления

Подразделяют на:

1. Профилактические – предупреждают подтопление и сводятся в основном к:
 - организации поверхностного стока;
 - правильной эксплуатации водосодержащих подземных коммуникаций;
 - устройству защитной гидроизоляции;
 - устройству профилактических дренажей.

При обводнении территории в результате конденсации водяных паров, а не от грунтовых вод, в основании сооружения устраивают вентиляционные каналы, по которым влага, накапливающаяся в порах грунта, испаряется.

2. Радикальные методы защиты от подтопления предусматривают на территории с высоким и const уровнем грунтовых вод или потенциально подтопляемых.

Выбор методов защиты зависит от причин подтопления: дренаж; насыпь.

1.5 Дренажная система

Классификация дренажей

Защиту территорий от подтопления проводят на местности с неглубоким залеганием грунтовых вод от дневной поверхности.

Такое положение УГВ может быть вызвано их естественным режимом или повышением в результате строительства зданий, сооружений и их эксплуатации.

Понижают УГВ при помощи специальных искусственных сооружений дренажных систем, которые проектируют в сочетании с другими общими и специальными мероприятиями инженерной подготовки.

Дренаж (франц. drainage, от англ. drain – осушать) – сбор и отвод за пределы осушаемой территории избыточных почвенно-грунтовых вод с помощью систем искусственных закрытых (подземных) водотоков – *дрен*.

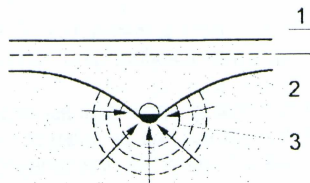
Иногда термин «дренаж» употребляют для обозначения процесса отвода подземных вод с помощью искусственных открытых каналов (*открытый дренаж*) или же систем естественных водотоков.

Дренажом также называют конструкцию или систему водотоков (например, керамический дренаж); метод осушения, обеспечивающий снижение УГВ или же их перехват; способ осушения посредством подземных труб или полостей; открытых каналов или скважин.

Территория, с которой обеспечен сток поверхностных вод искусственными или естественными путями, называют дренированной площадью.

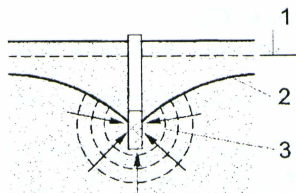
По расположению дрен относительно поверхности земли различают:

- **горизонтальный дренаж**



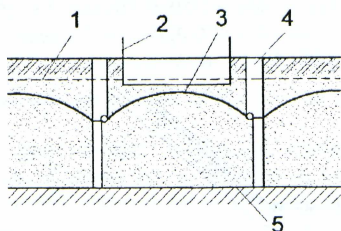
1 – бытовой уровень грунтовых вод; 2 – кривая депрессии; 3 – линия равного напора

- **вертикальный дренаж**



1 – бытовой уровень грунтовых вод; 2 – кривая депрессии; 3 – линия равного напора

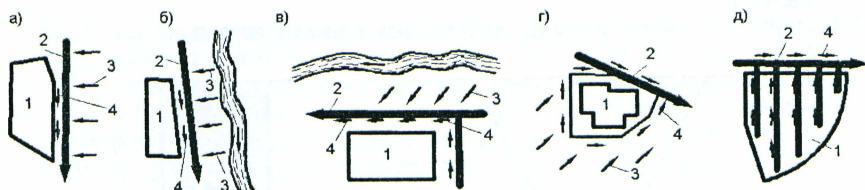
- **комбинированный**



1 – бытовой уровень грунтовых вод; 2 – защищаемый объект;
3 – пониженный уровень грунтовых вод; 4 – дренаж; 5 – водоупор

По размещению дрен на осушаемой площади:

- систематический дренаж;
- выборочный дренаж: береговой, пристенный, круговой;
- комбинированный дренаж.



Рас.39. а – головной; б – береговой; в – двухлинейная система, комбинация берегового и головного дренажа; г – кольцевой; д – систематический: 1 – защищаемая территория; 2 – трасса дренажа; 3 – направление движения потока грунтовых вод; 4 – уклон по трассе дренажа

По виду материала, из которого изготовлены трубы: керамический дренаж; пластмассовый; дощатый.

В зависимости от способа устройства: траншейный; бестраншейный; узкотраншейный.

В зависимости от расположения в водоносном пласте: совершенного типа; несовершенного типа.

При любом виде дренирования грунтовые воды под действием гравитационных сил (разнице напоров в грунте и дрене) просачиваются внутрь труб или каналов и по ним по уклону транспортируются в сборную (коллекторную) сеть и выводятся за пределы осушаемой территории.

Конструкции дренажей

В дренажных сетях выделяют:

- дрены-осушители, понижающие УГВ;
- дрены-собиратели, удаляющие воду за пределы территории в места сброса или водосборники.

Тип дренажа определяют *дрены-осушители*, т.к. отводящие сети мало отличаются от дождевой сети.

В горизонтальных дренах-осушителях различают открытые конструкции.

Дренажи открытого типа – это канавы и лотки, которые осушают лишь верхний слой грунта, ими можно также одновременно отводить и поверхностные воды. Их выполняют с одеждой дна и откосов или без неё.

Обычно лотки укрепляют бетонными плитами на песчано-гравийной подготовке.

Канавы делают с большей, чем у лотков глубиной – до 2 м, ширина принимается конструктивно – до 1,5 м. Наиболее часто принимают *свайные и рамные конструкции* из дерева или ж/б (деревом крепят временные канавы).

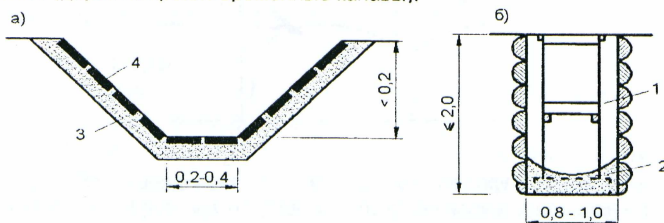


Рис.40.

Открытая сеть проектируется лишь в зоне 1-2 этажной застройки, на участках зелёных насаждений и в сельских населённых местах.

В городах предусматривают, как правило, дренажи закрытого типа.

Различают:

- 1) беструбчатые с заполнением траншей дренирующими материалами.

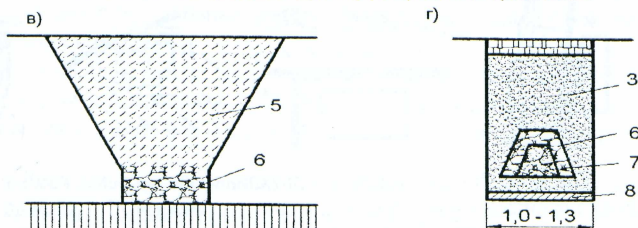


Рис.41.

- 2) трубчатые – состоят из дренажных труб, уложенных на подготовленное основание и снабжённых фильтрующей обсыпкой, которую выполняют многослойной из каменных материалов, удовлетворяющих требованиям прочности и морозоустойчивости:
- внутренний, прилегающий к трубе слой обсыпки выполняют из материала относительно крупной фракции: сортированный гравий и щебень;
 - наружный слой, который контактирует с грунтами, – это мелкая обсыпка: сначала крупнозернистые пески, затем среднезернистые.

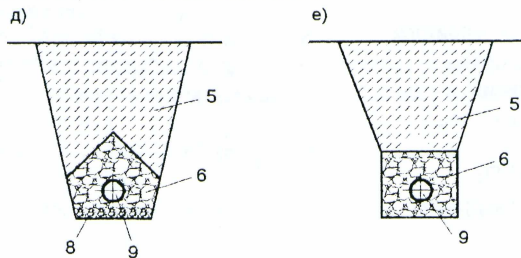


Рис.42. 1 – рама крепления; 2 – цементный лоток; 3 – дренирующая подушка; 4 – бетонные плиты; 5 – местные грунты; 6 – дренажная обсыпка многослойная; 7 – каменная выкладка; 8 – гравий, втрамбованный в грунт; 9 – труба-дрена

Конструкция дренажных обсыпок зависит от гидрогеологических условий и способа разработки траншей.

Цель фильтрующей обсыпки:

- водозахватывающая;
- водозащитная, предотвращает заиливание дренажных коллекторов частицами водонесного грунта.

Руководствуясь целью, рассчитывают количество слоев фильтрующей обсыпки и её состав. Вместо неё можно использовать фильтр из искусственных минерально-волоконистых материалов: стекловолоконистый холст – это нетканый материал из стеклянных штапельных волокон.

Дренажные трубы могут быть перфорированные или иметь пористые стенки (бетон, керамзит – трубофильтры).

Укладывают дренажные трубы на слой дренажных обсыпок, для коллекторов большого сечения делают специальную подготовку: щебень, втрамбованный в грунт, или слой песка.

Трубофильтры укладывают на однослойную песчаную обсыпку.

Проектирование и расчет головного дренажа

Мероприятия по понижению УГВ должны обеспечить нормальные условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений, а также произрастания зеленых насаждений (тип глубина залегания подземных вод – норма осушения для городов с многоэтажной застройкой – 3,–3,5 м; для стадионов, зон парков и зеленых насаждений – тип 1-2 м). Исходным материалом для проектирования подземных дренажей является:

- план застройки территории 1:1000-1:500;
- гидрологические разрезы дренируемого участка горизонтально М=1:500, вертикально 1:100, 1:50;
- данные о физико-механических и водных свойствах грунтов.

Головной дренаж устраивают для перехвата подземных вод, имеющих направление к области дренирования: к реке, оврагу, подошве склона. Его выполняют *отдельной линейной дренажной*, которую располагают перпендикулярно направлению движения потока подземных вод, поступающего со стороны лежащей выше площади.

Головной дренаж закладывается по верхней границе осушаемой территории, обычно схема включает линию *дрен-осушителей* и *водосборный коллектор*.

- 1-река
- 2-защищаемая территория
- 3-головной дренаж
- 4-сбросная линия
- 5-смотровой колодец
- 6-водоупор
- 7-понижение УГВ
- 8-вертикальный дренаж

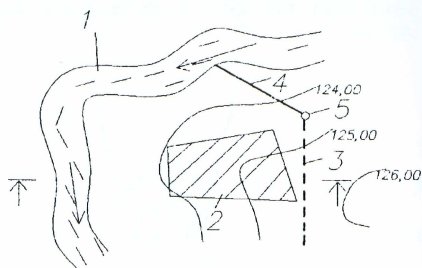
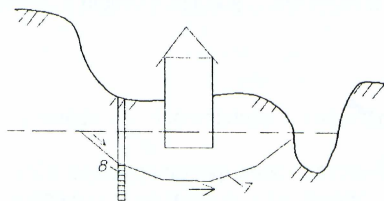


Рис.43.

а) Вертикальный дренаж совершенного вида



б) Горизонтальный дренаж несовершенного вида

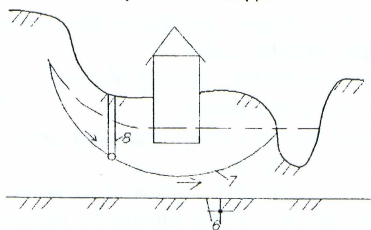


Рис.44.

Проектируют головной дренаж вертикального, горизонтального и комбинированного типа:

- Горизонтальный тип – при неглубоком залегании водоупора;
- При большой мощности водоносного пласта и слабопроницаемых грунтах + подстилающий слой из хорошо водопроницаемых грунтов экономично предусмотреть вертикальный дренаж;
- При водообильном водоносном горизонте большой мощности – комбинированный дренаж.

а) горизонтальный

б) вертикальный

в) комбинированный

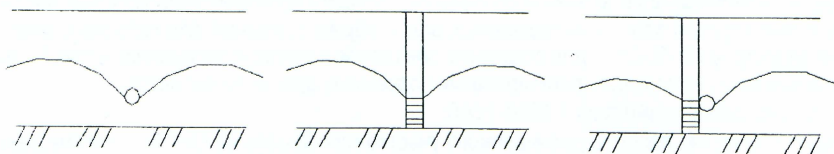


Рис.45.

Проектирование дренажных систем включает в себя:

- расположение дренажной сети в плане;
- выбор глубины заложения;
- расположение дренажных линий в плане и профиле;
- выбор проектных уклонов;
- определение расчетных расходов и на их основе d и V (диаметра труб и скорости течения дренажных вод).

При расчете вертикальных дренажей расчет гидравлических параметров глухих дрен аналогичен расчету открытых, закрытых и галерейных систем.

Водоотводные элементы комбинированных дренажей рассчитывают подобно горизонтальным.

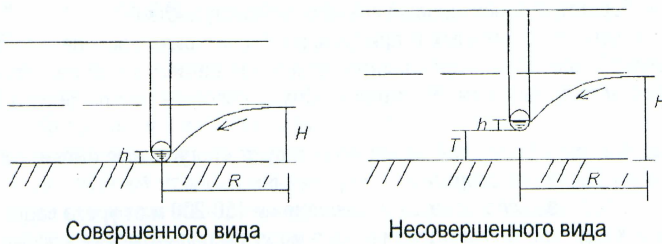
В гидрологическом расчете головного дренажа определяют:

- глубину заложения дренажа;
- приток грунтовых вод к дренажам (дебит дрены) – его определяют при одностороннем притоке подземных вод со стороны водораздела.

Головная дрена может быть расположена на водоупорных грунтах и выше кровли водоупора.

Максимальный эффект работы дренажа достигается при расположении дренажа на кровле водоупора.

Расчетная схема головного дренажа.



Совершенного вида

Несовершенного вида

Для определения дебита однолинейной горизонтальной дрены на 1м длины совершенного вида используется формула Дюнио:

$$g = \kappa_{\phi} \frac{H^2 - h^2}{2R}$$

H – мощность водоносного пласта (м);

h – высота слоя воды в дренаже;

R – радиус депрессионной кривой

$$R = 2 \cdot S \sqrt{k_{\phi} \cdot H}$$

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водоносного грунта м/сут. (по табл.);

S – требуемое понижение УГВ.

Для построения кривой депрессии используют формулу Чугаева:

$$y = \sqrt{\frac{x}{R} \cdot (H^2 - h^2)} + h^2$$

Дебит дрен несовершенного вида определяется по формуле:

$$g = \kappa \cdot \left(\frac{S}{R} + \frac{\pi \cdot (H - T)}{lg \frac{T}{\pi \cdot r_e} - \frac{\pi \cdot R}{2 \cdot T}} \right),$$

T – расстояние от центра дрены до водоупора;

r_e – радиус дрены.

Общий дебит в дрене:

$$Q = g \cdot l$$

l – длина дрены

2. Защита городских территорий от затопления

2.1 Формирование застройки на прибрежных и пойменных территориях

На берегах рек и морей расположено большое количество городов, поселков, зон отдыха.

Города, расположенные на берегу водоемов, имеют благоприятный микроклимат, который создается за счет поступления чистого воздуха со стороны рек и морей. Старые города построены преимущественно на высоких берегах рек (т.е. незатопляемых), со временем многие из них разрослись по обоим берегам. В прибрежных городах крупные общественные центры, жилые микрорайоны, морские и речные вокзалы, обширные причалы и набережные ориентированы на водное пространство.

На защищенных пойменных и прибрежных территориях располагают аэродромы, стоянки автомобилей, парки, предприятия с особым режимом работы, прокладывают линии скоростного транспорта (Евпатория, Симферополь – вдоль берега скоростной трамвай).

В зонах отдыха у береговой линии проектируют прогулочные аллеи, зеленые массивы общего пользования, спортивные сооружения.

Жилая застройка располагается на расстоянии 150-200 м от уреза воды.

Кроме рек и морей, на территории города могут располагаться *карьеры-водоемы*, которые в первую очередь регулируют поверхностный сток (их площадь может быть 10-20% от общей площади района), их также используют в качестве зон отдыха для городского населения.

Мероприятия инженерной подготовки по защите от затопления городской территории позволяют:

- 1) ликвидировать угрозу наводнения и подтопления территории;
- 2) разместить значительную часть жилых микрорайонов в наиболее благоприятных климатических условиях;
- 3) использовать новые территориальные резервы, тем самым сохраняя ценные лесные массивы и с/х угодья;
- 4) формировать рациональную архитектурно-планировочную структуру города: разместить город по обоим берегам рек; сократить протяженность транспортных путей между зонами труда и отдыха; сократить протяженность инженерных коммуникаций;
- 5) обеспечить выход центра города к берегу моря или реки для улучшения архитектурно-художественной выразительности обмена города и связи с водным пространством.

2.2 Причины затопления

Территория затопляется, если уровень воды в водоеме превышает отметки прибрежной территории.

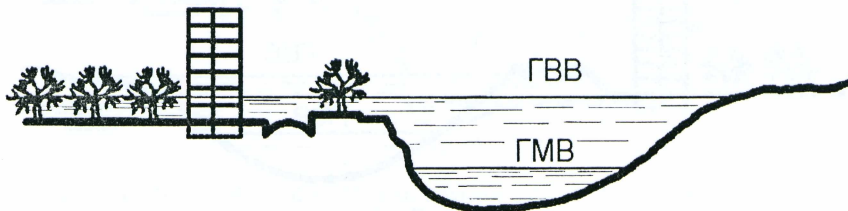


Рис.46. ГМВ – горизонт меженных вод; ГВВ – горизонт высоких вод.

Уровень воды повышается при:

- весеннем половодье (*половодье* – фаза водного режима реки, которая характеризуется максимальной в году водностью, высоким и длительным подъемом уровня с выходом воды из русла на пойму) – на равнинных реках вызвано снеготаянием;
- дождевом паводке (*паводок* – это быстрый, сравнительно кратковременный подъем воды в каком-либо фиксированном створе реки, завершается столь же быстрым спадом);
- интенсивном таянии снегов и ледников в горах (разновидность половодья);
- ветровом нагоне воды с моря и подпором уровня рек на территории, расположенной в устье рек;
- при заторе русла рек большим количеством льда;
- при больших расходах твердого стока реки происходит отложение наносов в русле, т.е. происходит деформация речного русла и перфорирование берегов.

Все перечисленные причины вызывают *кратковременное затопление* территории. *Постоянное затопление* происходит при возведении подпорных гидротехнических сооружений, когда создаются водохранилища ниже города по течению реки.

Следует учитывать, что затопление сопровождается деформацией речных русел и пойм, а также переформированием берегов:

- размыв берегов и дна водотока;
- отложение наносов;
- образование оползней;
- изменение трассы русла реки;
- размыв поверхности поймы.

2.3 Методы защиты городских территорий от затопления. Критерии выбора оптимального варианта защиты

Выбор методов инженерной подготовки зависит от:

- гидрологических характеристик водотока;
- особенностей использования территории;
- характера застройки.

Известно 4 метода защиты:

1. *Обваловывание* – это устройство дамбы (обваловывания (1)), которую трассируют вдоль водоема, отделяя от него защищаемую территорию; дополнительно устраивают дренажные и водоотводные системы.

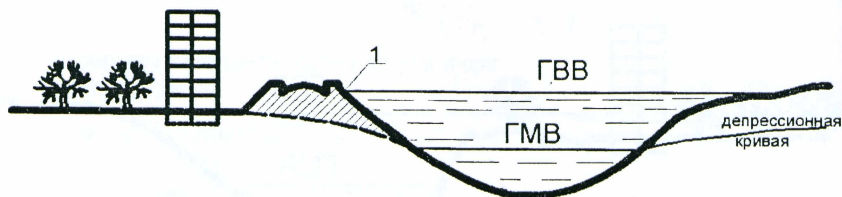


Рис.47.

Достоинства:

- небольшой объем земляных работ;
- возможность использования вновь осваиваемых и застроенных территорий.

Недостатки:

- перекачка дождевых и дренажных вод при ГВВ;
 - дамба «закрывает» непосредственный выход застройки к реке.
- Целесообразно применять этот метод при больших площадях, подлежащих защите, а также при защите ранее застроенных территорий.

2. *Искусственное повышение отметок территории (подсыпка)*, т.е. возводят земляную насыпь (2) (берег Муховца в районе ЦМТ, на обоих берегах – намыв); дополнительно предусматривают дренажные и водоотводные системы.

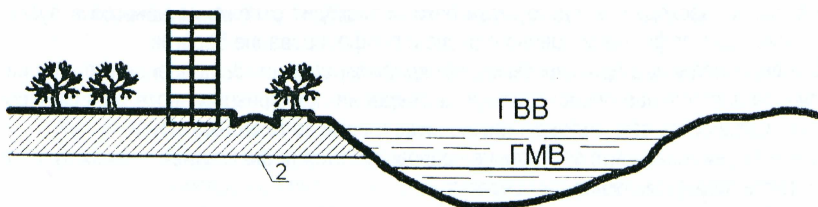


Рис.48.

Достоинства:

- самотечный сброс дождевых и дренажных вод;
- возможность «выхода» города непосредственно к реке.

Недостатки:

- относительно высокая стоимость при больших площадях защищаемой территории;
- продолжительные сроки усадки насыпного грунта.

Этот метод наиболее экономичен при защите малых площадей и наличии в непосредственной близости песчаных грунтов.

3. *Регулирование русла* для увеличения его пропускной способности, что дает возможность транспортировать тех расходы при менее высоких уровнях. Русло углубляют и расширяют, увеличивая поперечное сечение потока, а при необходимости и спрямляют.

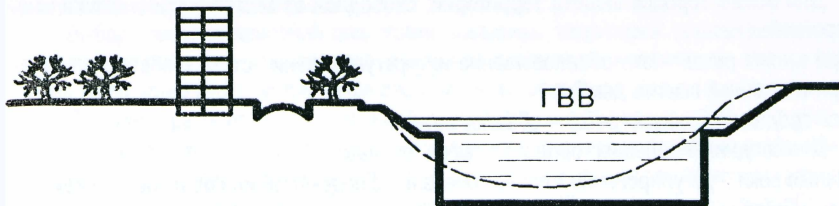


Рис.49.

Достоинства: нет необходимости в выполнении других видов защиты территории.

Недостатки: высокая стоимость защитных мероприятий.

Этот метод используют при сооружении новых водохранилищ на небольших реках, а также при использовании уже существующих водохранилищ.

4. *Регулирование стока* – расходы главного русла реки уменьшают, устраивая разгрузочные каналы, создавая резервные водохранилища или объединяя эти методы. Дополнительно устраивают дренажные и водоотводные системы, а также водооградительные сооружения при неполной срезке «пиковых» расходов.

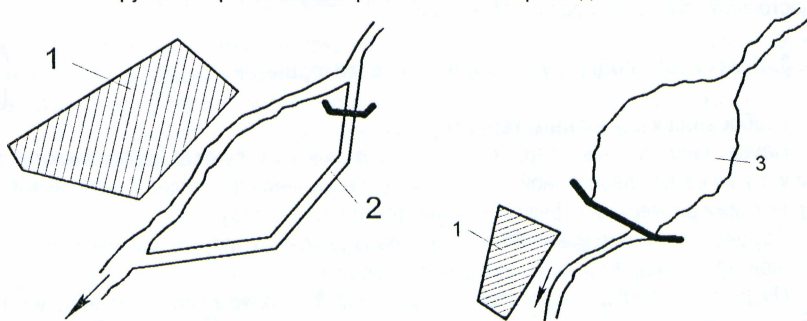


Рис.50. 1 – защищаемая территория; 2 – разгрузочный канал; 3 – водохранилище

Достоинства: надежная защита территории от затопления.

Недостатки: высокая стоимость; продолжительные сроки строительства.

Используется устройство каналов редко, часто в сочетании с подсыпкой или обваловыванием.

Водоохранилища устраивают очень редко, в основном в ливнеопасных районах, т.к. требуются большие затраты, затопляется территория, а повторяемость катастрофических наводнений, масштабы которых могли бы оправдать эти затраты, наблюдается крайне редко.

Анализируя вышесказанное, можно сделать вывод, что выбор оптимального варианта защиты является довольно сложной задачей, при решении которой учитывают архитектурно-планировочные, экономические и экологические требования.

Решающим является способ производства работ и дальность транспортирования грунта для создания водооградительных сооружений.

Для малых городов защита территории, свободной от застройки, и с капитальной застройкой:

- при малых реках – это обваловывание или регулирование стока с обваловыванием при сниженной высоте дамбы;
- при средних и больших реках – обваловывание.

Для средних и больших городов, а также крупных:

- малые реки – регулирование стока в сочетании с подсыпкой или обваловыванием;
- средние реки – подсыпка (возможно в сочетании с регулированием), допускается обваловывание;
- большие реки – подсыпка или обваловывание.

Т.е.:

1. В крупнейших городах, расположенных на больших и средних реках и водоемах, где имеются подводные карьеры грунта, оптимальна *подсыпка* (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Курск, Архангельск).
2. В крупных городах, где нет песчаных карьеров, для защиты существующей застройки целесообразен метод *обваловывания* (Астрахань, Благовещенск).
3. Во всех малых и средних городах используют метод обваловывания. Надо иметь в виду, что хотя метод обваловывания дешевле, с точки зрения градостроительных достоинств, подсыпка предпочтительней.

3. Инженерная подготовка намывных территорий

3.1 Требования к намывным территориям

Намывными называют территории, образованные из грунтов, нанесенных потоками и уложенных по специальной технологии для получения площадей с заданными геометрическими размерами и физико-механическим составом грунтов.

Осуществляют намыв в прибрежных зонах пойменных террас равнинных рек и берегов водохранилищ, а также на побережьях морей.

Очертание границы береговой полосы зависит от: условий строительства; конфигурации отмелей; возможности транспортирования грунта.

При определении отметок намывной территории в первую очередь руководствуются отметкой повышения УГВ в прибрежной полосе во время паводков и половодий с учетом следующих требований:

- вертикальной планировки и поверхностного стока;
- развития самотечной водосточной и канализационной сети;
- нормального произрастания древесно-кустарниковой растительности;
- возможности пересечения коллекторов различного назначения, подземных переходов и транспортных тоннелей;
- удовлетворения условий эксплуатации всего подземного хозяйства города и обеспечение нормы осушения.

Прогнозирование УГВ на намывных территориях осуществляется с учетом влияния застройки на перспективу.

Планировка жилых районов осуществляется на базе технико-экономического обоснования, что дает возможность снизить объемы и стоимость работ.

3.2 Схемы и способы намыва

Выбор схемы инженерной подготовки намывных территорий производят на основе анализа расположения намываемого участка по отношению к коренному берегу (склоны поймы) и его конфигурации: линейное расположение, островное, полуостровное, бухтовое.

Линейное расположение намывной территории – это чередование широких зеленых выходов к реке и площадок жилых комплексов с высокой плотностью застройки.

Намыв проводят дифференцированно для каждой зоны с применением различных видов грунтов при разной высоте намывных слоев. Предварительно разрабатывают *схемы намывных карт*.

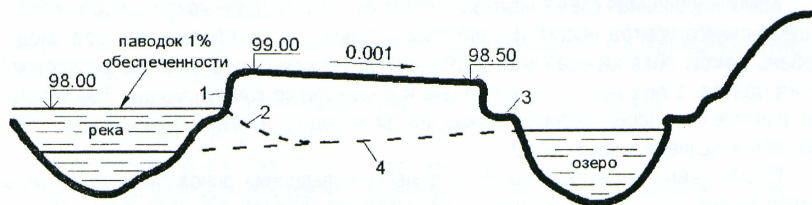


Рис.51. 1 – набережная; 2 – горизонт грунтовых вод при паводке 1% обеспеченности; 3 – зеленая зона; 4 – депрессионная кривая горизонта грунтовых вод

Островное расположение предполагает создание центрального водораздела, где размещается основная масса застройки. В прибрежной зоне допускают кратковременное затопление во время паводков, поэтому в ней размещают зеленые массивы.

С целью сокращения объемов земляных работ, поверхности подсыпки придают уклон к реке (0,001-0,0015).

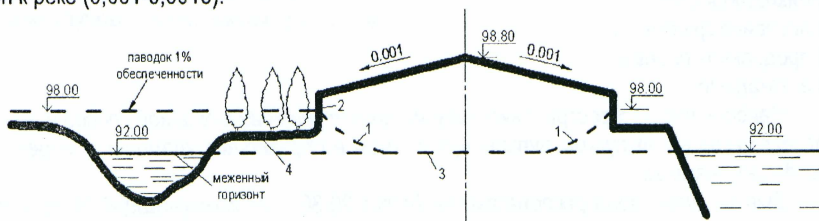


Рис.52. 1 – горизонт грунтовых вод при паводке 1% обеспеченности; 2 – набережная; 3 – депрессионная кривая грунтовых вод; 4 – зеленая зона.

При *полуостровном* или *бухтовом* расположении намывной территории большое значение имеет гидрологический режим реки и гидрологические условия пойменной и создаваемой территории.

Полуостровное расположение позволяет применять наиболее перспективную *комбинированную* схему инженерной подготовки, которая объединяет преимущества методов обваловывания и намыва, это обваловывание и частичное повышение территории. Береговую полосу шириной 50-100м приподнимают для защиты массива от затопления при высоких паводках и аварийных горизонтах (уклон низового откоса приподнятой береговой полосы со стороны застройки равен 0,02-0,03 по всей ширине).

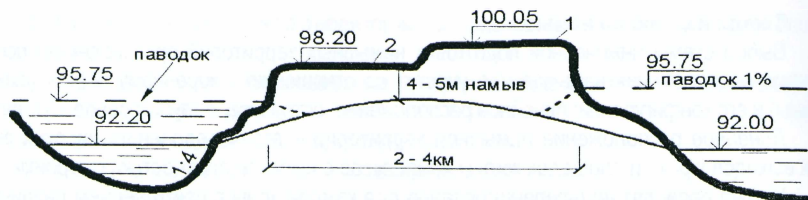


Рис.53. 1 – приподнятая прибрежная полоса; 2 – зона застройки.

Комбинированная схема намыва позволяет создать двухъярусное построение ядра общественного центра нового жилого образования: на платформе, которая соединяет гребень дамбы обваловывания и естественную поверхность земли, размещают учреждения центра, а под ней – транспортные и инженерные коммуникации. Такое решение обеспечивает непосредственный выход центра города к реке при минимальных объемах работ по повышению территории.

Очень важно правильно выбрать отметку повышения основной территории будущей застройки, т.к. в конечном счете этот выбор определяет стоимость всех работ.

Кроме того, необходимо предусмотреть профилактические мероприятия по защите от затопления со стороны прилегающих пойменных территорий и местных водотоков.

Для сбора вод внутреннего стока сооружают специальные водоемы, которые одновременно служат карьерами грунта для намыва (меры по защите от засорения поверхностными и осветленными при намыве водами). Размещают их в защитных зонах предприятий и оборудуют как декоративные пруды.

Существуют следующие методы намыва:

- 1) низкоопорный;
- 2) послойно-грунтовый;
- 3) продольно-торцевой;
- 4) эстакадный.

Наибольшее распространение получил *безэстакадный торцевой способ* намыва с сосредоточенным выпуском пульпы при прямом и обратно-поступательном перемещении фронта намыва.

Выпуск пульповода располагают не ближе 20-30 м от коммуникаций. Чтобы избежать подмыва сооружений пульповоды наращивают или же регулируют направление и силу потока пульпы при помощи раскателей или валов-гасителей из намывных грунтов.

Подводную часть откосов обрабатывают и профилируют землеснарядом, уклон 1:4 (1:5).

На глубине 2-3 м от нормального уровня в водоеме сооружают горизонтальную полку шириной 15-20 м.

При очень большом объеме работ (5-10млн м³) сооружают гребные каналы (Брест).

Масштабы работ по гидронамыву можно оценить на примере Киева, где за счет подъема отметки поймы р.Днепр на 4-5 м осуществлена застройка жилых районов.

Русановка – 4,1 млн м³ намывного грунта;

Березняки – 8 млн м³ намывного грунта;

Оболонь – 55 млн м³ намывного грунта;

Левобережный – 2,6 млн м³ намывного грунта.

Большие объемы в Санкт-Петербурге, Самаре, Нижнем Новгороде, Минске, Тюмени.

3.3 Строительство на намывных территориях

Объем работ по освоению намывных территорий и архитектурно-планировочное решение новых жилых районов определяют в соответствии с генпланом развития города.

До начала намывных работ разрабатывают:

- 1) проекты планировки;
- 2) инженерную подготовку будущей территории строительства;
- 3) проект нулевых циклов, что дает возможность:
 - проложить коммуникации в процессе намыва, значительно сократив объем земляных работ и их трудоемкость;
 - определить места размещения зданий различной этажности, с подвалами и без них, а также участков под зеленые насаждения;
 - управлять качеством намыва оснований под здания и сооружения.

Намывные грунты подразделяют на 3 типа:

1. Намывные слои формируются на песчаных грунтах;
2. Намывные слои формируются на слабых водонасыщенных глинистых грунтах;
3. Намывные слои формируются на торфяной залежи.

(1) и (2) – лучше ленточные фундаменты (осадка зданий на ленточных фундаментах тах 8см, а на свайных – 2-3 см).

Чтобы создать полноценную структуру почвы, на намывных грунтах искусственно создается растительный слой толщиной 0,5 м.

Архитектурно-планировочное решение должно предусматривать сохранение на намывных участках территории природного ландшафта и заповедных участков поймы, а также глубоких естественных водоемов.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Гуторова Тамара Владимировна

Инженерная подготовка городских территорий

Курс лекций для студентов специальности ПГС
специализации 1-70 02 01 05

Ответственный за выпуск: **Гуторова Т.В.**

Редактор: **Строкач Т.В.**

Компьютерный набор: **Халавчук Е.С.**

Компьютерная верстка: **Кармаш Е.Л.**

Корректор: **Никитчик Е.В.**

ISBN 978-985-493-110-4



9 789854 931104

Лицензия №02330/0148711 от 30.04.2004 г.

Подписано к печати 13.02.2009 г. Формат 60x84¹/₈.

Бумага «Снегурочка». Усл.п.л. 5,1. Уч.изд.л. 5,5. Тираж 70 экз.

Заказ №104. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет».

224017, Брест, ул. Московская, 267

Лицензия №02330/0133017 от 30.04.2004 г.