

1

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ «ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»



ПРЕДМЕТ:

Строительная техника

ТЕМА
04

Разновидности грунтов
(классификация). Основные
свойства

Усманов Наиль Каюмович
Доц.кафедры Механизация
гидромелиоративных работ.

Кафедра: «Механизация гидромелиоративных работ»



ПЛАН ЗАНЯТИЯ:

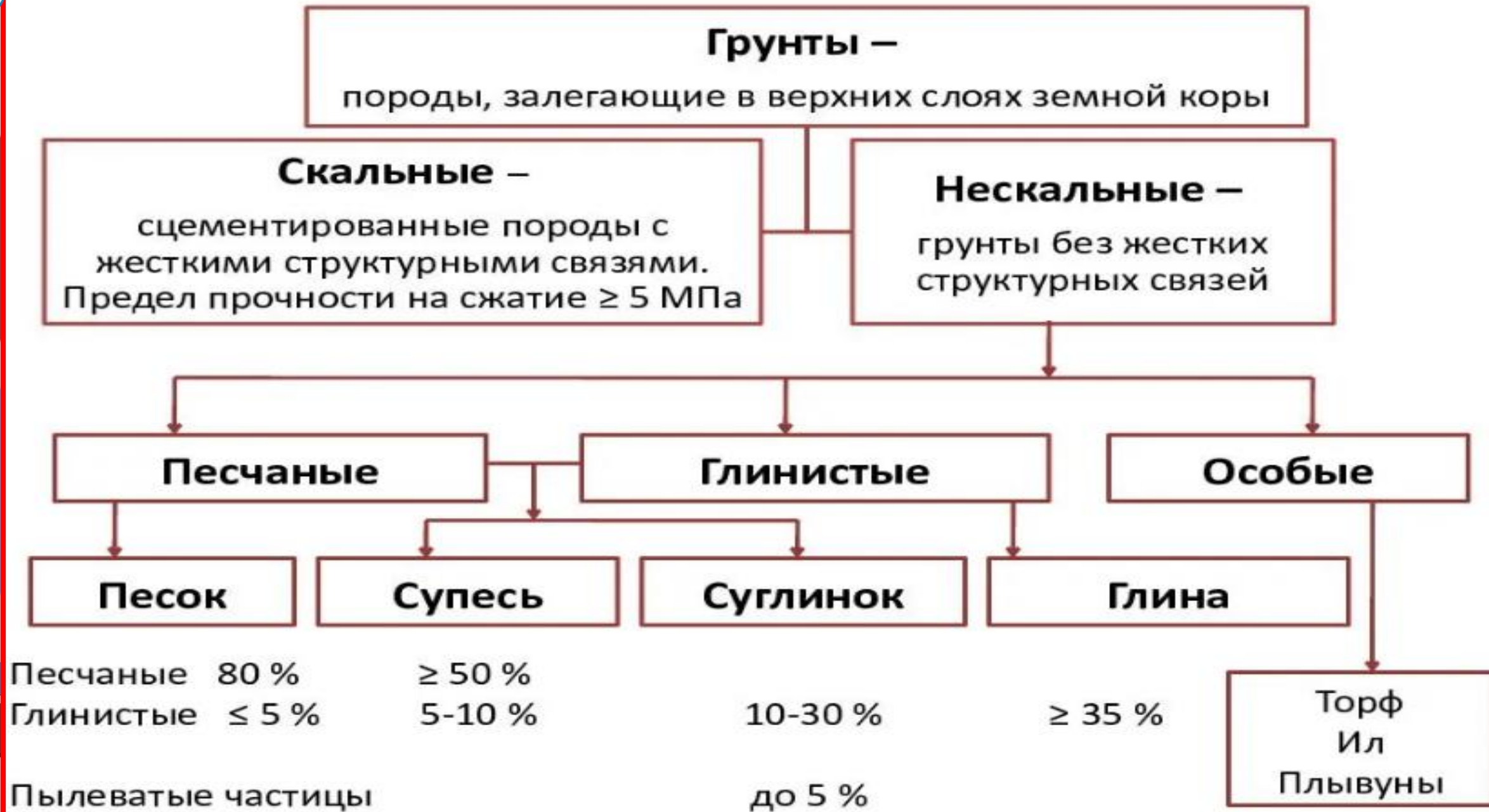
**1. Физико-механические свойства
грунтов.**

2. Способы разработки грунтов.

3. Резание и копание грунтов

Грунтами называют выветрившиеся горные породы, образующие кору земли. Грунт представляет при положительных температурах **трехфазное дисперсное тело**, основным компонентом которого являются твердые грунтовые частицы. Их прочность значительно превышает прочность связей между ними. Эти частицы, различные по своему механическому составу, образуют «скелет» грунта. Между твердыми частицами находится свободное пространство — поры, которые обычно заняты **жидкой и газообразной фазами**. При отрицательных температурах часть воды замерзает, цементируя твердые частицы: так образуется новое физическое состояние грунта — мерзлый грунт — четырехкомпонентное твердое тело.

Основными составляющими зернового (гранулометрического) состава **грунта** являются **песок** (образуется путем механического разрушения пород) и **глина** (продукт химического разрушения). По содержанию глинистых частиц грунты подразделяют:-- на связные (более 12%),-- малосвязные (4...11 %), -- несвязные (менее 3%). **Грунт** является гигроскопичным материалом и в естественных условиях всегда поглощает воду из паров воздуха.



Земляные работы

Земляными работами называют совокупность производственных процессов, связанных с разработкой, перемещением, укладкой грунтов и отделкой земляных сооружений.

Земляное сооружение – инженерное сооружение из грунта, возводимое на поверхности или непосредственно в грунтовом массиве.

Виды земляных сооружений:

По расположению относительно поверхности земли:

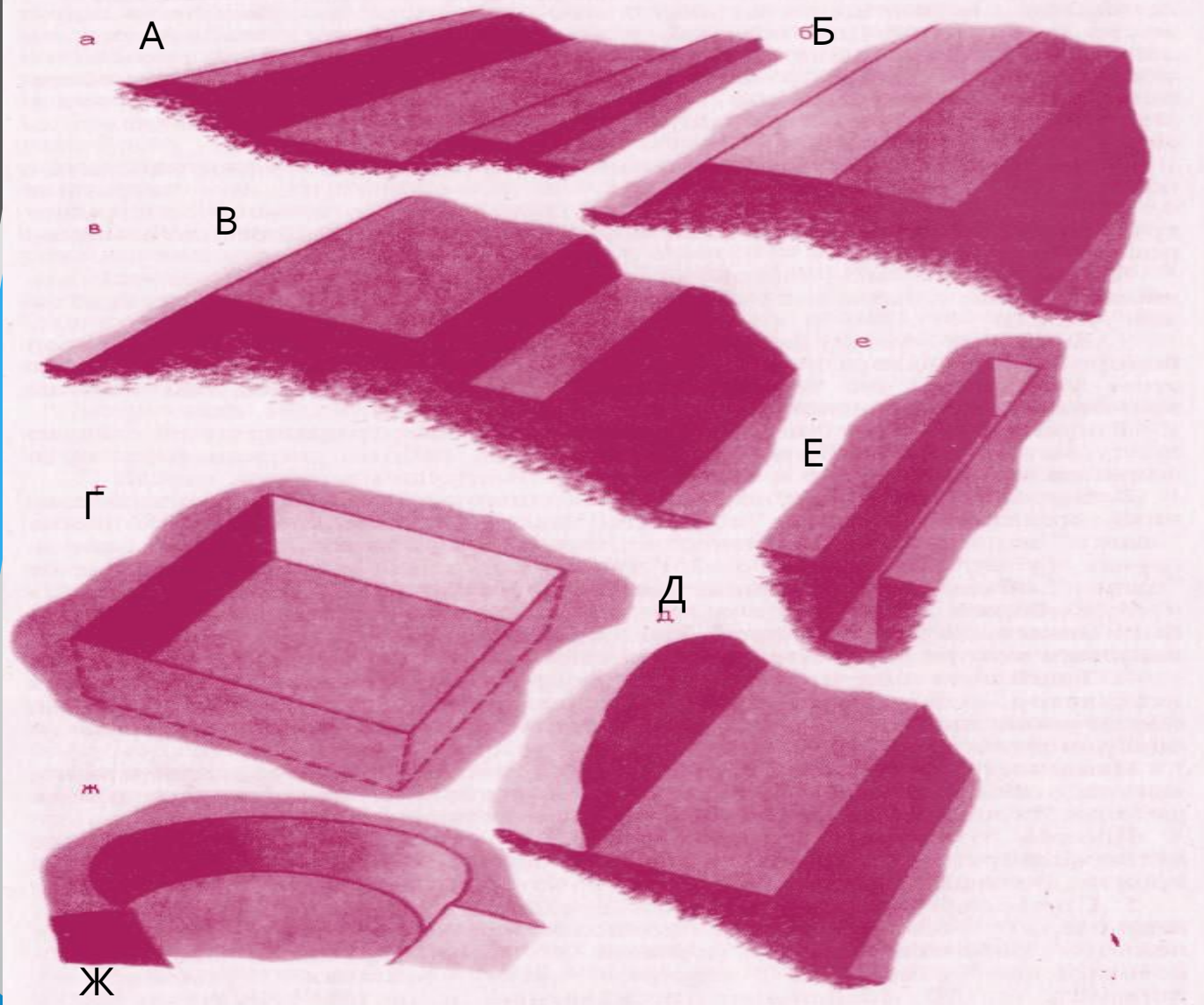
выемки – углубления, образуемые при разработке грунта ниже уровня поверхности земли;

насыпи – возвышения на поверхности, образуемые при отсыпке ранее разработанного грунта.

По длительности эксплуатации:

постоянные – предназначены для длительного использования, являются самостоятельными сооружениями (каналы, дамбы, выемки и насыпи автомобильных и железных дорог, гидротехнические сооружения).

временные – устраивают только на период строительства, имеют непродолжительный срок эксплуатации.



Виды
земляных
сооружений:
а-канал,
б-насыпь,
в-плотина,
г- котлован,
д- полу-
выемки,
е-траншея,
ж-карьер

Физико-механические свойства грунтов:

1. Плотность ρ – масса 1 м³ грунта в естественном состоянии; определяется отношением массы грунта, включая массу воды в его порах, к занимаемому этим грунтом объему.

Плотность: *песчаных и глинистых* грунтов — 1,5...2 т/м³;
полускальных неразрыхленных грунтов—2... ..2,5 т/м³,
скальных — более 2,5 т/м³.

$$W = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} 100 \%$$

2. Влажность W – СТЕПЕНЬ НАСЫЩЕНИЯ ГРУНТА ВОДОЙ -

Определяется как отношение массы воды в порах грунта к массе его твердых частиц (%).

Грунты влажностью до 5 % считают *сухими*, свыше 30 % — *мокрыми*, (насыщенными водой), от 5 до 30 % — *нормальной влажности*.

Для повышения производительности машин и снижения трудоемкости некоторых работ (уплотнение грунта во время обратной засыпки пазух котлованов, устройство насыпей, трамбование грунта и др.) грунты стремятся доводить до оптимальной влажности, определяемой гранулометрическим составом грунта, требуемой его плотностью, типом применяемых машин и другими факторами. При значительной влажности глинистых грунтов появляется *липкость*. Большая липкость грунта усложняет его выгрузку из ковша машины или кузова, условия работы конвейера или передвижение машины.

3. Водопроницаемость – способность грунта фильтровать воду через себя. Характеризуется коэффициентом фильтрации.

4. Сцепление – начальное сопротивление грунта сдвигу, зависит от вида грунта и степени его влажности.

Сцепление песчаных грунтов—0,03... ..0,05 МПа, глинистых — 0,05... ..0,3 МПа, полускальных —0,3...4 МПа, скальных — более 4 МПа.

5. Разрыхляемость — это способность грунта увеличиваться в объеме при разработке вследствие потери связей между частицами.

Увеличение объема грунта характеризуется коэффициентами первоначального и остаточного разрыхления.

Коэффициент первоначального разрыхления k_p представляет собой отношение объема разрыхленного грунта к его объему в природном состоянии.

$$K_p = \frac{V_{разр}}{V_{ест}}$$

Коэффициент остаточного разрыхления k_{op} характеризует остаточное увеличение объема грунта (по сравнению с природным состоянием) после его уплотнения.

$$K_{o.p.} = \frac{V_{упл}}{V_{ест}}$$

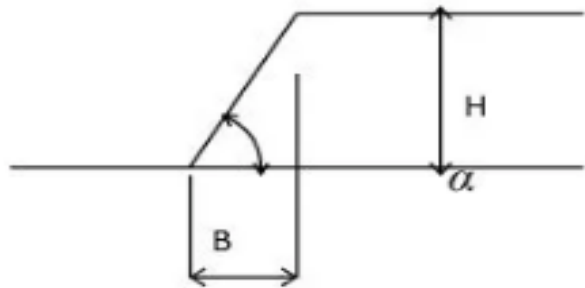
Значение коэффициента k_{op} обычно меньше k_p на 15...20 %.

песчаные	$K_p = 1,08 \div 1,17$	$K_{o.p.} = 1,01 \div 1,025$
суглинки	$1,14 \div 1,28$	$1,015 \div 1,05$
глины	$1,24 \div 1,3$	$1,04 \div 1,09$

Для полускальных и скальных грунтов при взрывании «на встряхивание» K_p изменяется от 1,1 до 1,2, а при взрывании «на развал» — от 1,25 до 1,6 (при большой кусковатости до 2).

6. Угол естественного откоса – это угол, при котором грунт находится в состоянии предельного равновесия.

Угол естественного откоса – угол между горизонтальной плоскостью и боковой поверхностью земляного сооружения, образуемый при боковой отсыпке грунта.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{B} = \frac{1}{m}$$

$$B = m \cdot H$$

m – коэффициент заложения откоса (устанавливается СП).

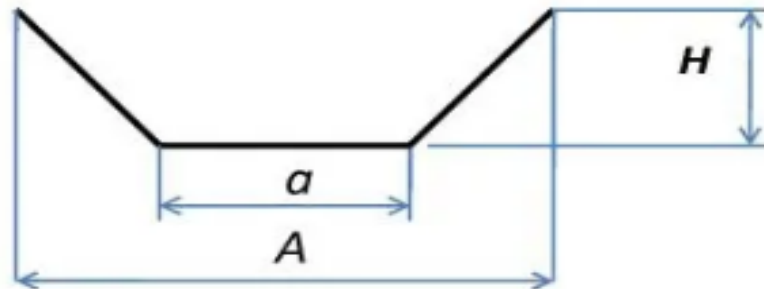
Заложение откоса B – проекция откоса на горизонтальную плоскость;

Крутизна откосов выемок и насыпей – это отношение высоты откоса H к его заложению B .

Величина угла естественного откоса зависит от угла внутреннего трения, силы сцепления и давления вышележащих слоев грунта.

Устойчивость боковых поверхностей земляных сооружений обеспечивается оптимальной крутизной откоса. Угол откоса для постоянных и временных земляных сооружений принимается различным. Расчет размеров земляных сооружений с учетом крутизны откосов:

$$A = a + 2mH$$



7. Удельное сопротивление копанию (резанию)

Все грунты классифицируют по трудности разработки различными землеройными машинами и вручную.

Наиболее часто для оценки трудности разработки грунта используют показатель удельного сопротивления резанию (копанию) K_f . Значение K_f зависит как от свойств и показателей разрабатываемого грунта, так и от конструктивного исполнения рабочего органа землеройного и землеройно-транспортного оборудования.

Грунты по трудности разработки механическим способом делят на шесть групп:

I группа — растительный грунт, торф, пески и супеси;

II группа — лёссовидный суглинок, рыхлый влажный лёсс, гравий до 15 мм;

III группа — жирная глина, тяжелый суглинок, крупный гравий, лёсс естественной влажности;

IV группа — ломовая глина, суглинок с щебнем, отвердевший лёсс, мягкий мергель, опоки, трепел;

V и VI группы — скалы и руда, а также мерзлые глинистые и суглинистые грунты.

Каждый грунт по трудности разработки может входить в группу легкоразрабатываемых грунтов одним методом и в группу трудноразрабатываемых грунтов — другим.

Классификация грунтов по трудности их разработки

Группировка грунтов по трудности разработки в ЕНиР составлена отдельно для немерзлых (I ...VI группы) и мерзлых (Im ... IIIм) грунтов. Она учитывает свойства различных грунтов и конструктивные особенности землеройных и землеройно-транспортных машин.

Грунты I...IV групп легко разрабатывается ручным и механизированным способами, последующие группы – грунты требуют предварительного рыхления, в т.ч. и взрывным способом.

Проф. Н. Г. Домбровским были предложены шесть групп грунтов:

I, II — *слабые (мягкие) и плотные грунты* (чернозем, лесс, суглинок и т. п.),

III, IV — *очень плотные* (тяжелые суглинки, глины и т. п.) и *полускальные* грунты (сланцы, алевролиты и т. п.),

V, VI — соответственно хорошо и плохо разрыхленные *полускальные и скальные* грунты.

Указанная группировка грунтов по трудности разработки машинами положена в основу нормирования и расценок земляных работ в существующих ЕНиР.

Для одноковшовых экскаваторов – 6 групп грунтов;

Бульдозеры и грейдеры – 3 группы;

многоковшовые экскаваторы и скреперы – 2 группы;

ручные работы – 7 групп.

Способы разработки грунтов:

1. Механический
2. Гидромеханический
3. Бурение
4. Взрыв

1. Механический – грунт разрушается усилием режущего органа машины. В результате определенные порции грунта отделяются от массива и могут быть перемещены и уложены в насыпь.

Если машина только режет грунт, она носит название **землеройной** (экскаватор), если машина разрабатывает и перемещает грунт, она называется **землеройно-транспортной** (бульдозеры, скреперы).

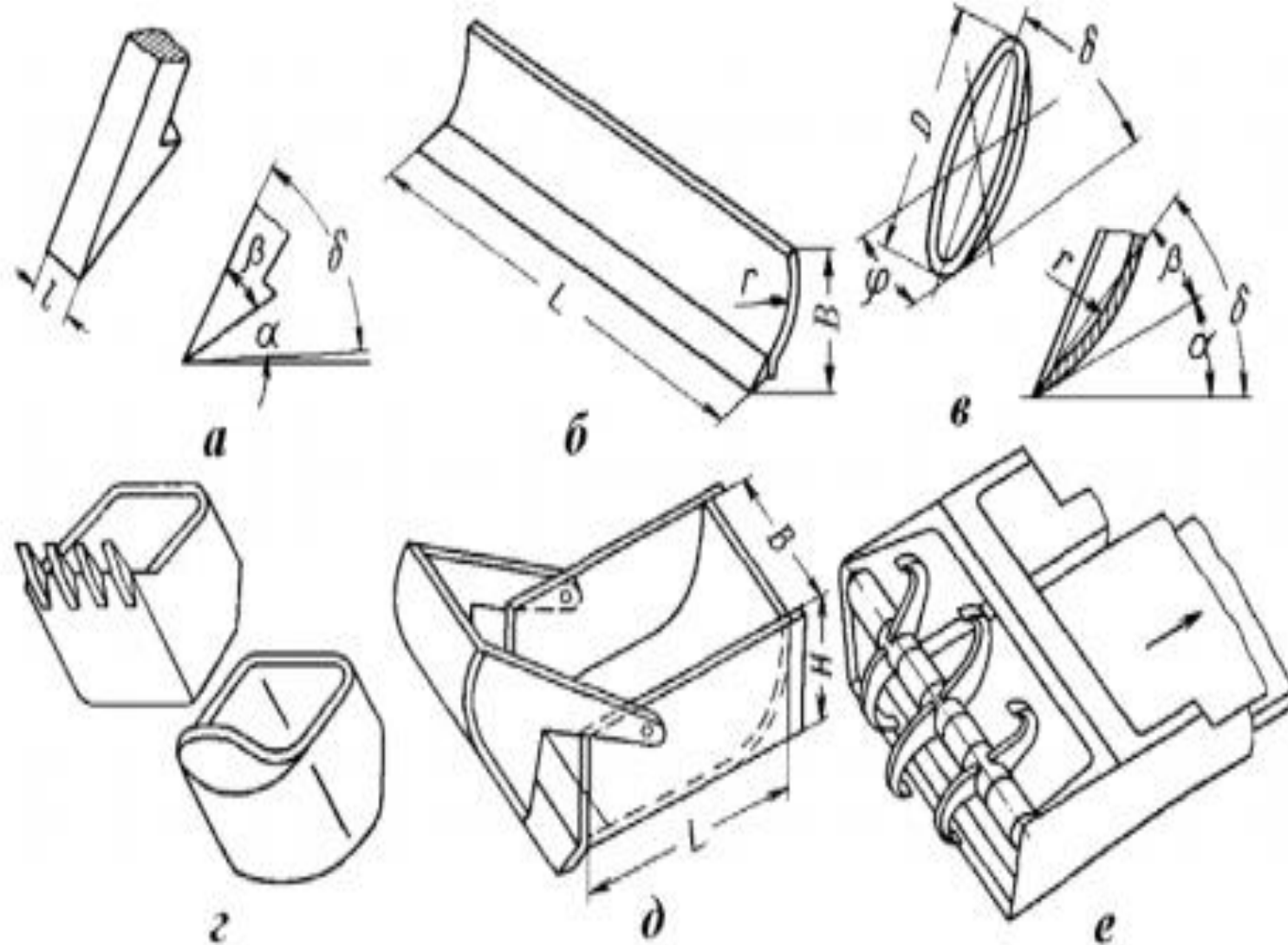


Рис. 7.1. Рабочие органы землеройных машин:

a – зуб; *б* – отвал с режущим ножом; *в* – дисковый нож; *г* – ковш экскаватора с зубьями и ковш экскаватора с полукруглой режущей кромкой; *д* – ковш скрепера; *е* – рабочий орган землеройной машины с роторным рыхлителем

- **Механический способ разработки грунтов**

- Механический способ разработки заключается в отделении грунта от массива резанием с помощью землеройных машин (экскаваторов) или землеройно-транспортных машин (бульдозеров, скреперов, грейдеров), осуществляющие копание грунта и перемещение его в пределах рабочей зоны.



ОДНОКОВШОВЫЕ И МНОГОКОВШОВЫЕ

ЗЕМЛЕРОЙНЫЕ
МАШИНЫ

Гидромеханический способ

основан на использовании кинетической энергии потока воды.

Суть (технологический процесс):

*Размыв грунта в забое → Образование пульпы (песок + вода) →
→ Транспортировка пульпы → Намыв (укладка) пульпы.*

Способы разработки:

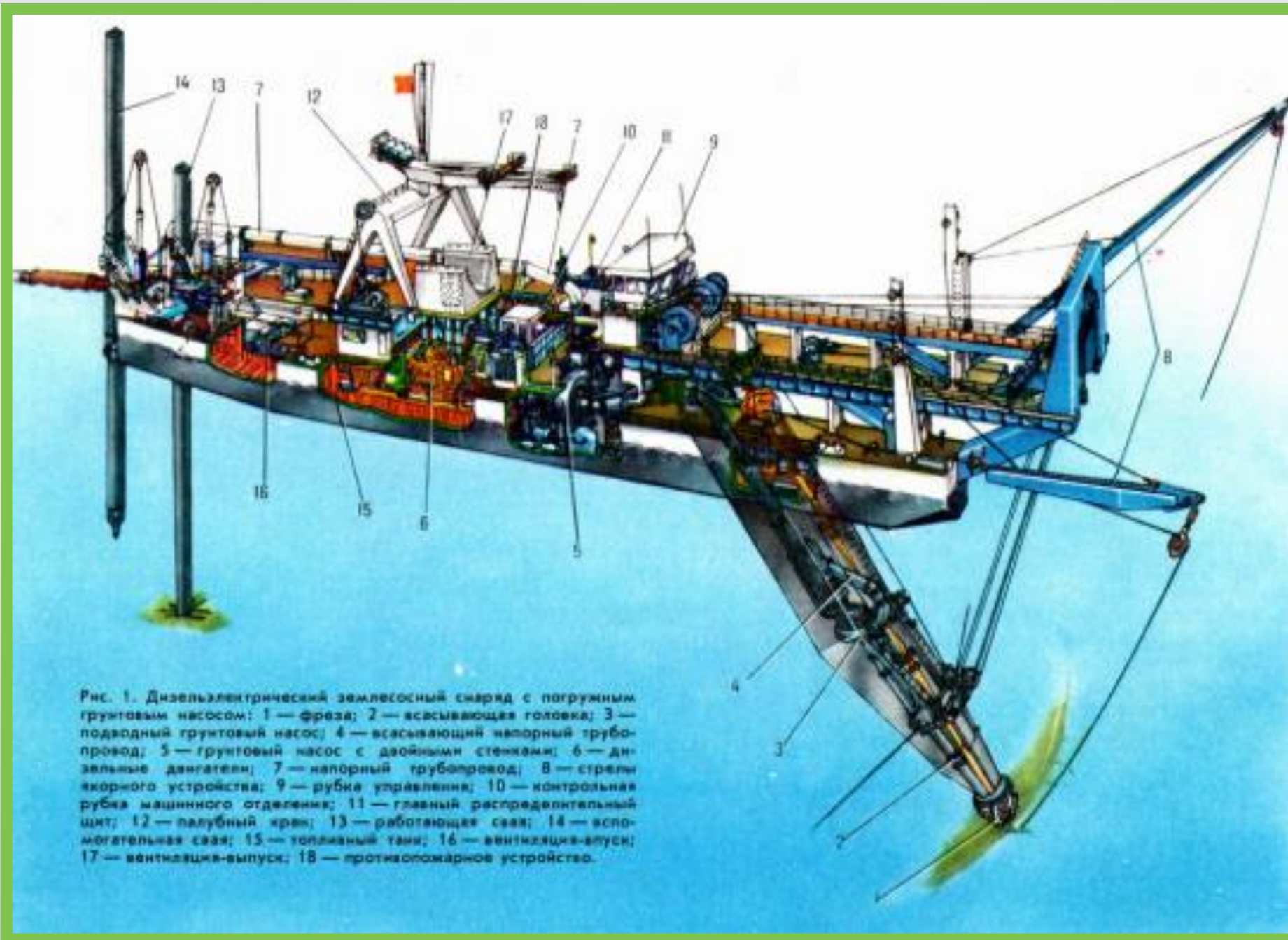
- Подводный забой;
- Надводный забой (попутный, встречный)

Надводный забой – разработка ведется гидромонитором (трубопровод, стальной ствол и насадка). Вода поступает к гидромонитору с напором (60-80 м), давление на фронт забоя 0,5÷0,43 МПа. Ударным действием струи грунт разрушается.

Подводный забой – грунт разрабатывается землесосным способом. Землесосный снаряд со дна водоема всасывает грунт (пульпу) и перекачивает ее по пульпопроводу к месту укладки.

Гидромеханический способ---; при этом способе грунт разрушается, т.е. отделяется от массива механическим рабочим органом (фрезой), а затем транспортируется при помощи воды или грунт сразу разрушается струей воды высокого давления. В первом случае энергоемкость составляет $0,2..2 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$, во втором — в 1,5 раза меньше;





Разработка грунтов бурением и взрывом

Бурение. В строительстве бурение используют для:

- исследования качеств и свойств грунта;
- определения УГВ;
- устройства скважин для водоснабжения;
- устройства шурфов для взрывных работ;
- разработки и дробления горных пород;
- устройства буронабивных свай;
- искусственного закрепления грунтов.

Способы механического бурения:

- вращательное (шнековые, роторные бурильные станки);
- ударно – вращательное (вращатель + пневмоударник);
- ударное (пневматические бурильные молотки).

Физические способы бурения:

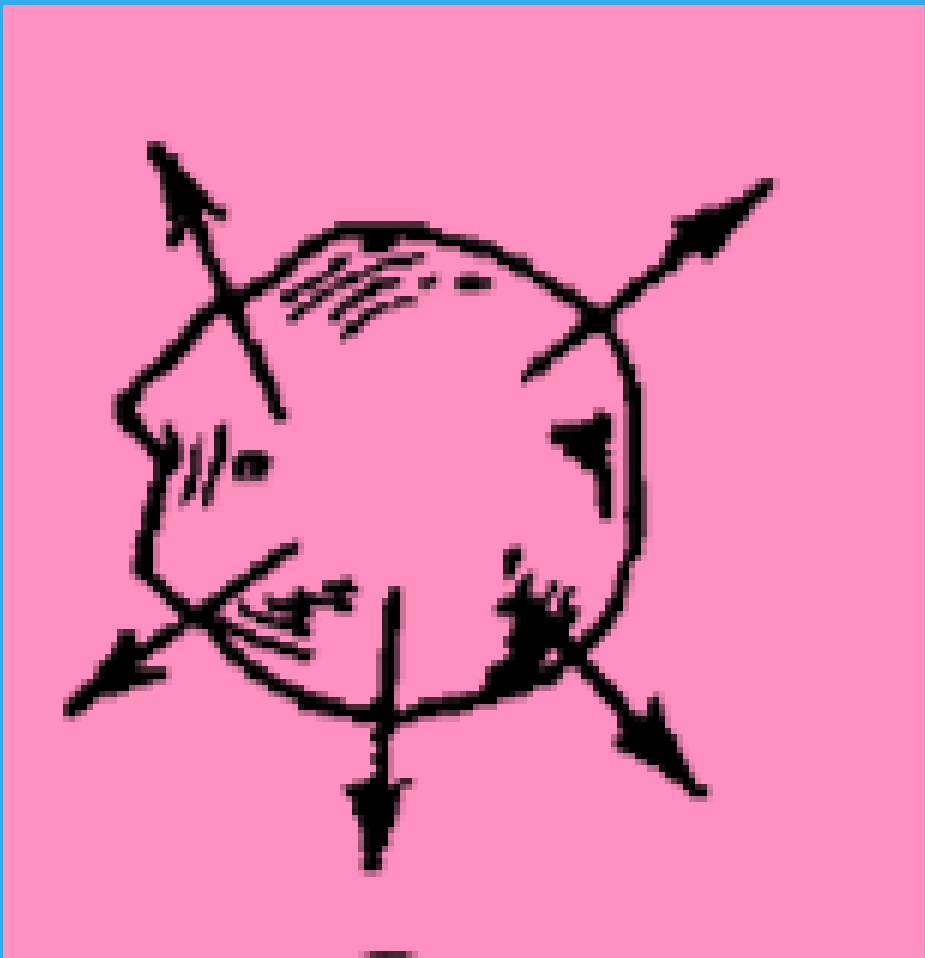
- термический способ – разрушение пород высокотермичным источником тепла - открытым пламенем;
- гидравлический способ бурения – нагнетание воды в забой скважины (для легко размываемых грунтов – суглинки, пылевидные).

Разработка грунта взрывом

Взрыв – мгновенное превращение в газ (сгорание) взрывчатого вещества с выделением большого количества тепловой и механической энергии (давления), которая разрушает породу.

Применяется:

- Возведение земляных насыпей и перемычек;
- Устройство выемок, котлованов, дорог;
- Дробление мерзлого грунта, валунов;
- Рыхление скальных пород.



Взрывным способом, когда в породе предварительно пробуривают шпуры, в которые помещают взрывчатые вещества. Газы, выделяющиеся при воспламенении взрывчатых веществ, разрушают породу. Энергоемкость такого бурения составляет $0,8...1,1$ кВт-ч/м³. Применяются также комбинированные способы, когда предварительно. разрушение (рыхление) грунта производится рыхлителем, а транспортировка другими машинами.

- Разработка грунта взрывным способом



Рабочие органы отделяют грунт от массива и перемещают его. Процесс только отделения грунта от массива (разрушение грунта) называется **процессом резания**. Весь процесс отделения грунта от массива и заполнения им рабочего органа (ковша экскаватора, скрепера) или перемещения его рабочим органом (отвалом бульдозера, грейдера) называется **процессом копания**.

Для проектирования и рациональной эксплуатации машин необходимо знать, какие силы сопротивления возникают при резании и копании. Эти силы зависят от ширины b и толщины c срезаемой стружки, т. е. от срезаемой площади $F = bc$, от физико-механических свойств грунта и от геометрии режущей части рабочего органа.

Режущая часть рабочего органа характеризуется углом заострения β , задним углом α , углом резания $\delta = \alpha + \beta$ и передним углом γ .

Копание грунта – сложный процесс. Упрощенно процесс копания можно представить следующим образом. При движении рабочий орган воздействует на грунт своей передней кромкой (рис. 7.2, *a*). Под действием рабочего органа грунт уплотняется и в нем возникают напряжения, увеличивающиеся по мере движения рабочего органа. Когда напряжения в грунте достигают значений, превосходящих сопротивление разрушению, грунт сдвигается по плоскости *AA*, в которой эти напряжения максимальны.

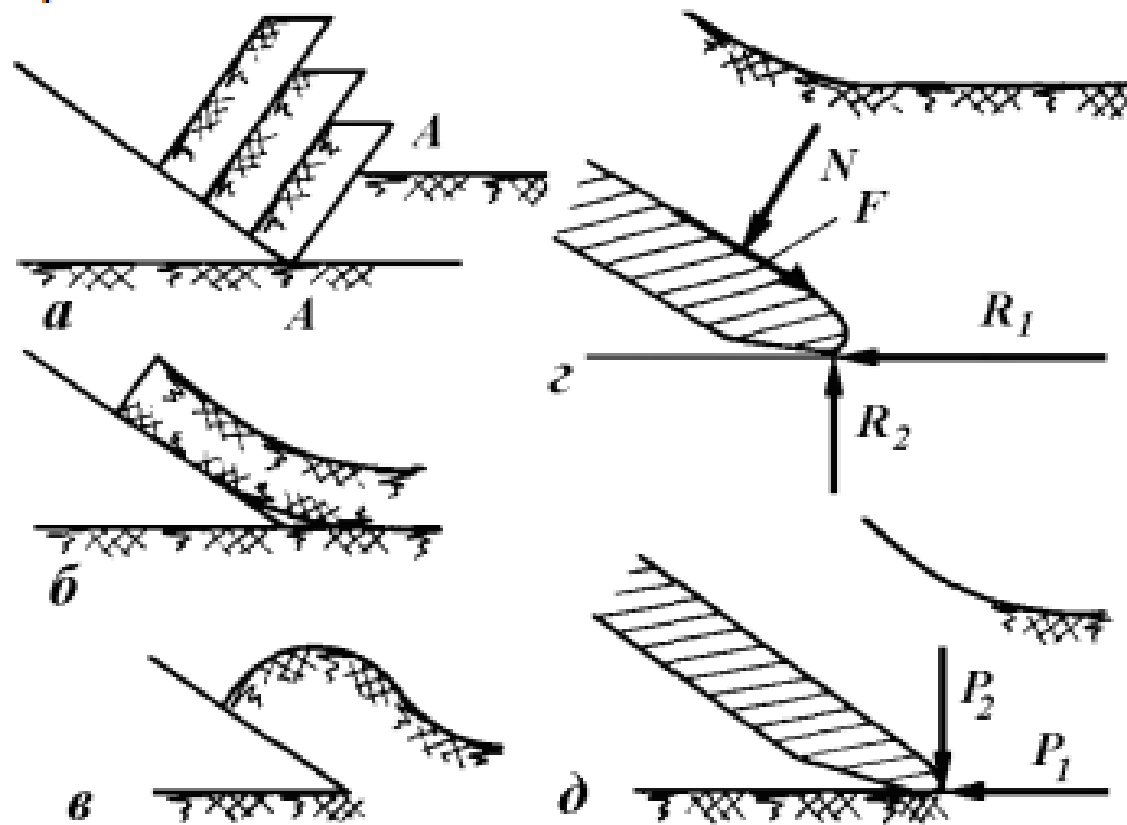


Рис. 7.2. Схемы процесса копания грунтов:

a – связного средней влажности; *б* – задернованного; *в* – песчаного; *z* и *д* – схемы сил, действующих на рабочий орган

При резании, т. е. только при отделении грунта от массива, возникает сила P , нормальная к передней грани режущего органа. Определить точку приложения этой силы, а также ее величину очень трудно. Для простоты принято считать, что эта сила приложена к режущей кромке. Ее раскладывают на две силы: касательную силу сопротивления резанию P_p и нормальную силу резания (силу подачи) P_n . В результате действия P_n возникает сила трения рабочего органа о грунт $P_{тр}$.

При копании помимо этих сил возникают дополнительные силы сопротивления перемещению грунта при заполнении рабочего органа (ковша) или перемещению грунта впереди рабочего органа (отвал бульдозера). Определение каждой из этих сил весьма сложно, поэтому принято, что при копании возникает сила сопротивления P_0 (рис.7.2д), которая раскладывается на две силы: касательную силу копания P_{01} , направленную по касательной к траектории движения, и нормальную силу копания P_{02} , направленную по нормали к траектории движения.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое земляные сооружения?
2. Какие виды земляных сооружений Вы знаете?
3. Какие способы используются для разработки грунтов?
4. Расскажите об основных физико – механических свойствах грунтов.
5. Расскажите о процессе резания грунтов.
6. Расскажите о процессе копания грунтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В.Суриков и др.Строительные машины для механизации мелиоративных работ.М.:,1991,463 с.
2. А.И. Доценко и др.Строительные машины и оборудование:Учебник.М. ИНФА. 2014.-513с.
3. П. В. Шепелина и др.Строительные дорожные машины:Учебное пособие. М. 2017 151с.
4. Л. А. Гоberman. Основы теории, расчета и проектирования строительных и дорожных машин. М.; 1988. 464 с.
- 5.С.И.Вахрушев Строительные машины: Учебное пособие. Пермь.-2016 -276с.
- 6.Т. М. Башта и др. Гидравлика,гидромашины,гидроприводы. М.- 2010.-423с.
- 7.Т. У. Усмонов и др. Методические указания для выполнения практических работ.Т.-2019.-55С.



ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Усманов Наиль
Каюмович
Доц. Кафедеры
Механизация
гидромелиоративных
работ.



+ 998 71 237 1927



[usmanov@
tiame.uz](mailto:usmanov@tiame.uz)



Кафедра: «Механизация гидромелиоративных работ»