

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



Предмет

Строительная техника

**12
лекция**

Скреперы. Назначение, область применения. Классификация. Основы расчета машины.



Усманов Наиль Каюмович



Доцент кафедры Механизация гидромелиоративных работ.



План занятия:

1.Скреперы. Назначение, область применения

2.Классификация скреперов

3.Основы расчета скрепера



СКРЕПЕРЫ



Назначение скреперов

Скрепер является самоходной или прицепной (к гусеничному или колесному трактору, колесному тягачу) землеройно-транспортной машиной, рабочим органом которой служит ковш на пневмоколесах, снабженный в нижней части ножами для срезания слоя грунта.

Скреперы предназначены для послойного копания, транспортирования, послойной отсыпки, разравнивания и частичного уплотнения грунтов I...IV категорий при инженерной подготовке территории под застройку, планировке кварталов, возведении насыпей, разработке широких траншей и выемок под различные сооружения и искусственные водоемы и др.

Наиболее эффективно скреперы работают на непереувлажненных средних грунтах (супесях, суглинках, черноземах), не содержащих крупных каменистых включений. При разработке скреперами тяжелых грунтов их предварительно рыхлят на толщину срезаемой стружки. Главным параметром скреперов является геометрическая вместимость ковша (m^3), которая лежит в основе типоразмерного ряда этих машин.

История создания скреперов

Первые прицепные скреперы созданы еще в 70-х годах XVIII в, в XIX в они получили механизированную тягу в виде паровых тягачей, а в начале XX в – тракторов. Первый скрепер с гидравлическим управлением создан американским инженером Т. Шмайзером в 1910 г. В 1922 г. построен первый двухосный скрепер, в 1933 г. – скрепер с выдвигной задней стенкой, а в 1937 г. – скрепер на основе одноосного тягача. Уже в 1920-х годах скреперы стали производиться малыми партиями и серийно, в том числе и в нашей стране (с 1927 г). Наиболее активно эти машины использовались в 1940-х – 1960-х годах, позднее интерес к ним стал снижаться



1. По емкости ковша скреперы разделяются:

- на скреперы малой (до 3 м³);
- средней (до 10 – 12 м³);
- большой (более 15 – 18 м³).

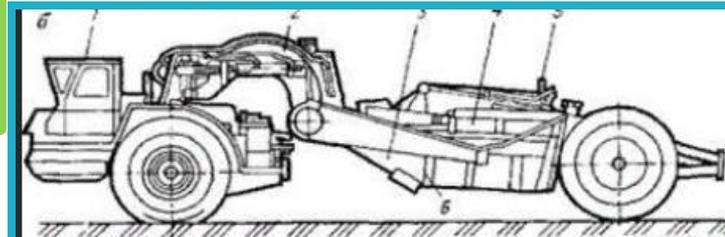
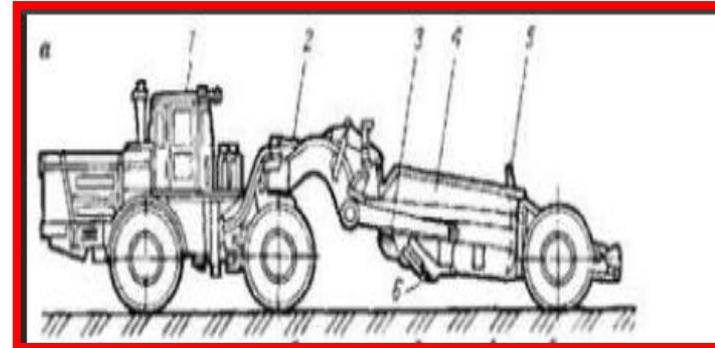
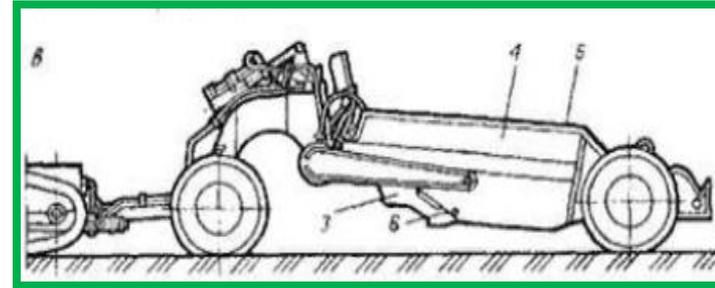
Емкость современных скреперов увеличивается по мере роста мощности тракторов и колесных тягачей. В европейской практике геометрическая емкость ковша скрепера обычно не превышает 10 – 15 м³.



2. По способу передвижения различают:

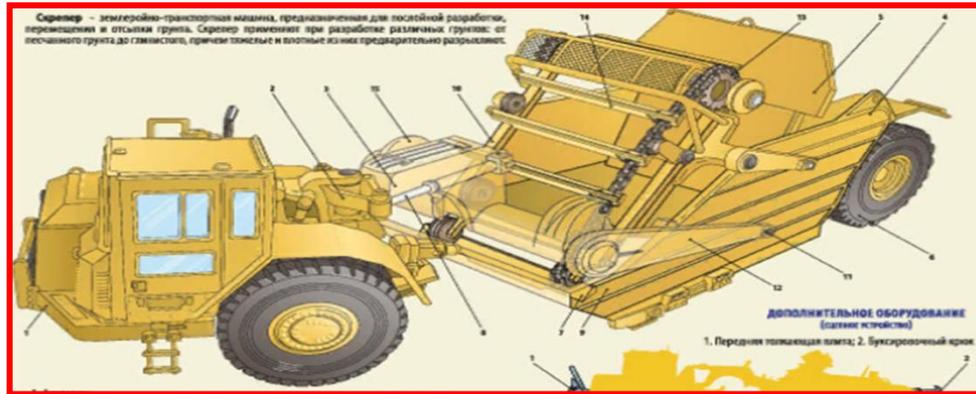
- прицепные;
- полуприцепные;
- самоходные.

Прицепные скреперы буксируются гусеничным трактором или двухосным колесным тягачом; одноосными – с ковшами малой емкости; двухосными – с ковшами средней, и большой емкости с разгрузкой грунта вперед с одновременной планировкой грунта нижней кромкой днища ковша.



3. По способу загрузки (наполнения)

ковша различают скреперы с загрузкой под давлением срезаемой стружки грунта (наиболее распространенный способ) и с загрузкой при помощи элеватора. В первом случае наполнение ковша связано с преодолением значительных сопротивлений, во втором случае они снижаются, поскольку подъем грунта в ковш производится элеватором.

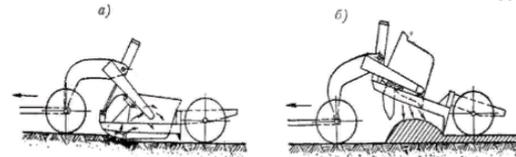


Классификация скреперов

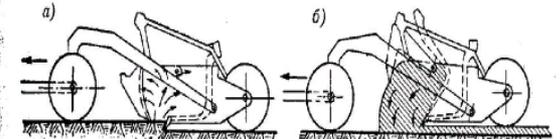
4. По способу разгрузки ковша различают скреперы со:

- свободной;
- принудительной;
- полупринудительной;
- щелевой разгрузкой.

Ковш со свободной разгрузкой
а – загрузка, б – разгрузка



Ковш с полупринудительной разгрузкой
а – загрузка, б – разгрузка



Ковш с принудительной разгрузкой
а – загрузка, б – разгрузка

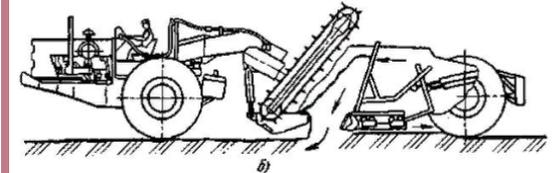
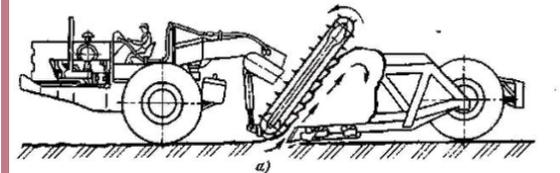
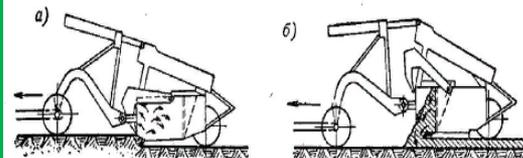


Рис. 2.21. Скрепер с элеваторной загрузкой:
а – загрузка ковша; б – разгрузка ковша

Схемы компоновки скреперов

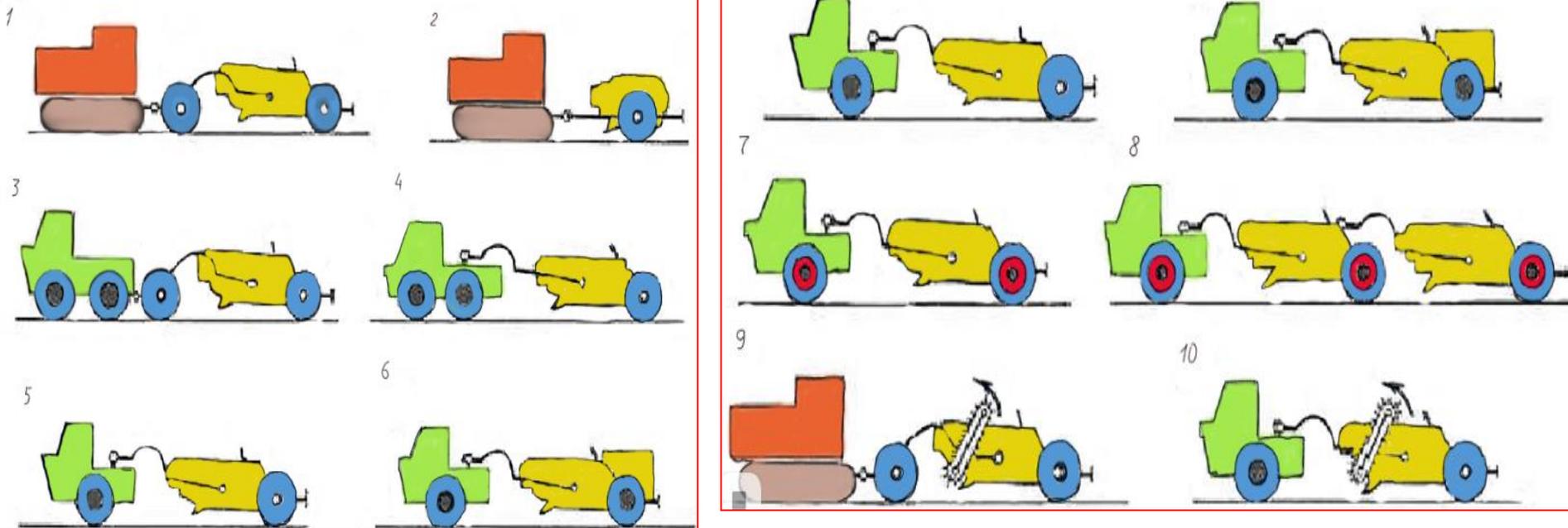


Рисунок 1. Скреперы: виды компоновки: 1 — прицепной двухосный; 2 — прицепной одноосный; 3 — прицепной двухосный с колесным тягачом; 4 — полуприцепной; 5 — самоходный на базе одноосного тягача с механической передачей; 6 — двухмоторный с механической передачей; 7 — самоходный дизель-электрический; 8 — самоходный двухковшовый дизель-электрический; 9 — прицепной с элеваторной загрузкой; 10 — самоходный с элеваторной загрузкой.

После распада Советского Союза было свернуто большинство проектов с большими объемами земляных работ, где бы требовались скреперы. По этой причине потребность в этих машинах значительно снизилась. В 1990-е годы производство прицепных скреперов на всех заводах было полностью прекращено, а выпуск самоходных скреперов остался только в Беларуси на Могилевском автомобильном заводе, да и то в мизерных объемах. Если на рубеже 1980-1990-х годов МоАЗ выдавал ежегодно более 1800 машин, то с середины 1990-х годов объемы сократились до нескольких десятков единиц в год. В настоящее время емкость российского рынка скреперов оценивается в несколько десятков самоходных и прицепных машин в год.

Мировое производство скреперов за последние годы значительно сократилось. Отсутствие спроса на такую технику вынудило ряд фирм прекратить ее производство. Так, сравнительно недавно скреперы исчезли из производственных программ фирм Terex и Bell. Сейчас официально новые (не бу) самоходные скреперы предлагает только Caterpillar. Прицепные скреперы присутствуют в номенклатуре техники таких фирм, как John Deere, Holcomb Scrapers, Stehr. Хотя тот же John Deere, имеющий в России представительство, не предлагает скреперы на рынке.

Могилевский автомобильный завод, входящий в настоящее время в состав холдинга «БелАЗ», выпускает единственную модель самоходного скрепера МоАЗ- 6007. На ней применен одномоторный привод с гидромеханической передачей на ось тягача. Полуприцепной одноосный скреперный агрегат оснащен ковшем с геометрическим объемом 11 м³ (с шапкой – 15,5 м³) и характеризуется грузоподъемностью 22 т. Загрузка ковша осуществляется подпором грунта. Скрепер может комплектоваться двумя типами двигателей – ЯМЗ-7512 мощностью 360 л.с. или Cummins QSM11-C350 мощностью 360 л.с. (модификация МоАЗ- 60071).
Полная масса скрепера с грузом достигает 52 т.

Скрепер МоАЗ-6014



Масса снаряженного

скрепера – 20 т.

Масса скрепера полная – 36 т.

Объём ковша – 8,3 м³

(геометрический), 11 м³

(номинальный, «с шапкой»).

Максимальная скорость

снаряжённого скрепера – 44

км/ч.

Угол поворота тягача в

каждую сторону – 85

градусов.

Максимальная толщина слоя

отсыпки – 0,45 м.

Ширина полосы резания –

2,82 м.

Величина заглубления ножа –

300 мм.

Caterpillar предлагает 5 моделей самоходных скреперов.

Машины этого производителя различаются не только мощностью двигателя и вместимостью ковша, но и другими конструктивными особенностями, в частности, характером загрузки грунта и типом силового привода.

Младшая в линейке модель CAT 621H с ковшом вместимостью 13 м³ (с шапкой – 18,3 м³) имеет одномоторный привод от двигателя мощностью 407 л.с., установленного на одноосном тягаче.

Скреперы CAT 631G и CAT 637G имеют одинаковые рабочие характеристики: вместимость ковша – 18,3 м³ (с шапкой – 26 м³), грузоподъемность – 37,2 т, но модель 631G оборудована одномоторным приводом, а 637G – двухмоторным.

Двигатели тягачей этих машин одинаковые – мощностью 500 л.с., на двухмоторной версии двигатель скреперного полуприцепа характеризуется мощностью 283 л.с.

Самый мощный скрепер в модельном ряду Caterpillar – двухмоторный CAT 657G. Его грузоподъемность составляет 47,2 т, вместимость ковша – 24,5 м³ (с шапкой – 33,6 м³). Двигатель тягача развивает мощность 600 л.с., скреперного полуприцепа – 451 л.с. Скрепер оснащен шнековым транспортером. CAT 657G может работать в составе скреперного поезда.



Caterpillar 615C сер II.

Вес сухой– 25,6т;

Объем ковша 9,8 м³;

Мощность 197квт.

Габариты, м: длина/
ширина/ высота – 11,6/
3,05/ 3,6.

Скорость 44,4 км/ч.

Ширина ковша 2,89 м.

Глубина резания 413мм.

Число/шаг пласти

элеватора 18/413мм.

Компания **John Deere** выпускает прицепные скреперы четырех типоразмеров с ковшем вместимостью 11,47; 13,76; 14,14 и 16,44 м³ (с шапкой) грузоподъемностью соответственно 20,45; 24,55; 25,23 и 29,32 т. Почти все скреперы указанных типоразмеров предлагаются в варианте как со свободной выгрузкой, так и с принудительной выгрузкой (14,14 м³ – только с принудительной выгрузкой). Для агрегирования со скреперами John Deere предлагает колесные тракторы мощностью 425, 475 и 530 л.с.

Американский производитель **Holcomb Scrapers** специализируется на производстве прицепных скреперов. В модельном ряду фирмы 4 модели, различающиеся вместимостью ковша: 4,5; 6,8; 8,3 и 10 м³ (с шапкой соответственно 6,1; 9,1; 10,6 и 12,2 м³). Требуемая минимальная мощность тракторов для этих скреперов составляет соответственно 120, 175, 220 и 250 л.с.

Немецкая фирма **Stehr** выпускает одну модель прицепного скрепера вместимостью 8,5 м³ (с шапкой). Скрепер оснащается устройством принудительной разгрузки и лазерной системой управления. Производитель рекомендует агрегировать скрепер с колесным трактором мощностью 250 л.с.

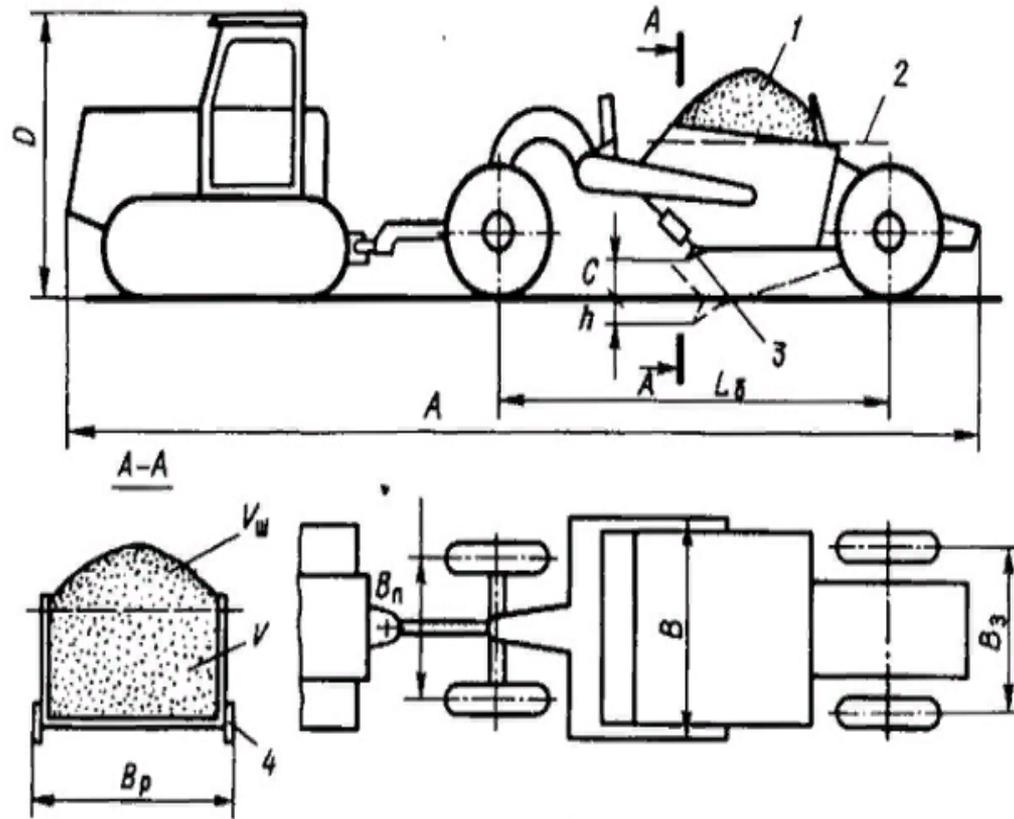
В 2019 году канадская компания K-Тес Earthmovers выпустила прицепную модель K-Тес 1263ADT. Агрегат рассчитан на работу с сочлененными самосвалами и вмещает 48 м³. Это **самый большой в мире** скрепер для планирования и подготовки территории, выпускающийся серийно.



Основы расчета скрепера

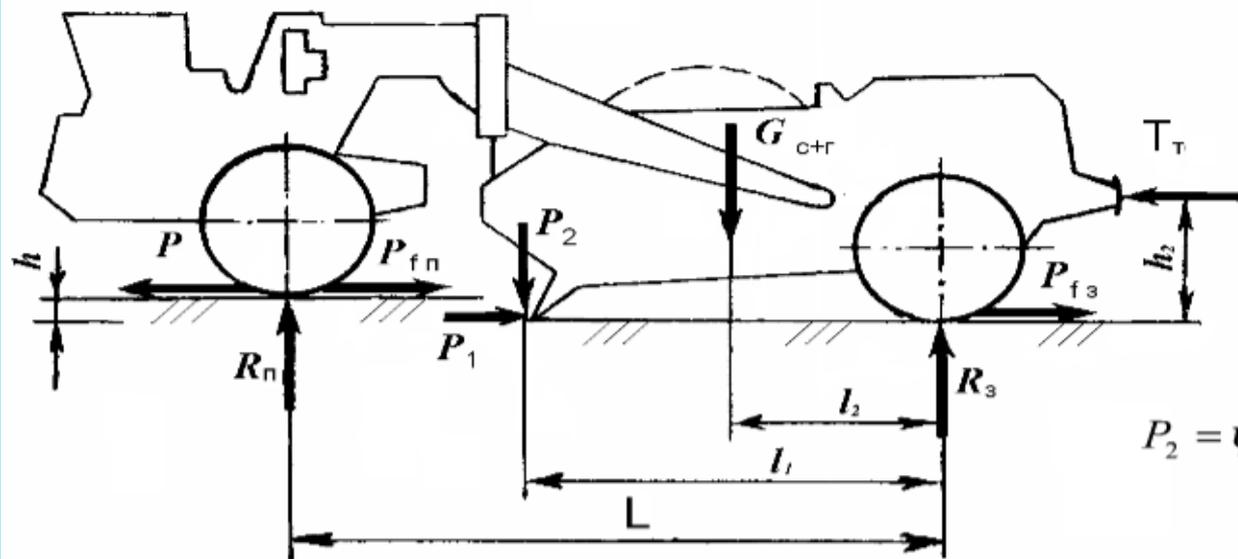
Выбор основных параметров

- Главным параметром скрепера является геометрическая вместимость ковша q .
- Основными параметрами скрепера являются масса машины, распределение массы по осям, рабочая и транспортная скорости, мощность двигателя, габаритные размеры и др.
- К основным параметрам ковша относятся его ширину B , высоту H и длину L .
- Геометрическая вместимость ковша q регламентируется стандартом и имеет значения:
 - для прицепных скреперов 3; 4; 5; 8; 10; 15; 25 м³
 - для самоходных – 8; 10; 15; 25; 40 м³.



Расчетные положения в рабочем режиме

1) При копании выглубляется максимально наполненный ковш



$$h \approx 0$$

$$T_T = k_O T_{\text{тол}}$$

$$P = R_n \varphi_{\text{max}}$$

$$P_{fn} = R_n f$$

$$P_{f3} = R_3 f$$

$$P_2 = \psi P_1 \quad (\psi = 0,37 \dots 0,45)$$

$$R_n = \frac{P_2 l_1 + G_{c+г} + T_T h_2}{L}$$

$$R_3 = P_2 + G - R_n$$

$$P_1 = P + T_T - P_{fn} - P_{fн}$$

Сила сопротивления резанию $P_p = kF$

Сила сопротивления перемещению призмы волочения $P_{np} = V\rho g\mu = yBH^2\rho g\mu$

Сила сопротивления заполнения ковша грунтом $P_{зан} = BhH\rho g + xBH^2\rho g$

$$x = \frac{tg\rho}{1 + tg^2\rho}$$

Суммарная сила сопротивления копанию $P_{кон} = P_p + P_{np} + P_{зан}$

Удельное сопротивление резанию k

Рекомендуемые значения толщины
срезаемой стружки

Вид грунта	k , кПа	q , м ³	6	10	15	
песок	50...70	h , см	супесь	6-8	10-12	14-16
супесь, суглинок	80...100		суглинок	4-6	8-10	12-14
глина	до 120					

Суммарная сила сопротивления движению скрепера в рабочем режиме

$$\Sigma P_{\text{раб}} = P_{\text{кон}} + \left[G \left(1 + 0,15 \frac{q}{q_{\text{max}}} \right) \right] (f + i)$$

Условие движения в рабочем режиме имеет вид:

- для полуприцепного скрепера $R_{\text{вед}} \left(1 + 0,15 \frac{q}{q_{\text{max}}} \right) \varphi + T_{\text{тол}} k_o \geq \Sigma P_{\text{раб}}$

- для прицепного скрепера без толкача $G_{\text{сц}} \varphi \geq \Sigma P_{\text{раб}}$

Для скреперов, агрегатируемых с колесными тягачами, мощность двигателя подбирается из условия обеспечения максимальной транспортной скорости

$$N_{\text{мп}} = \frac{(G + G_z) f v_{\text{max}}}{\eta}$$

Определение усилий в гидроцилиндрах ковша

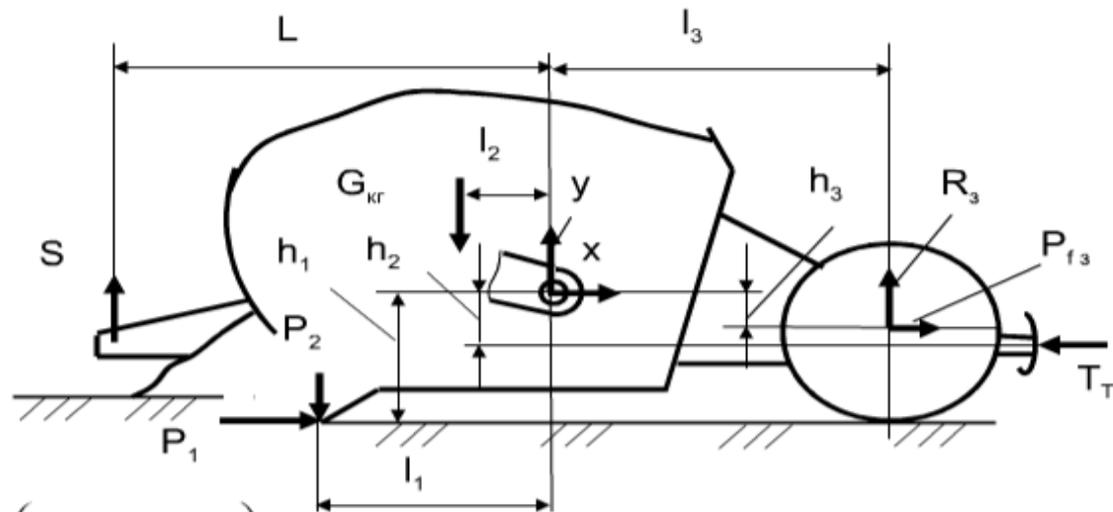
За расчетное положение принято начало подъема ковша, загруженного с «шапкой», при буксовании скрепера и толкача. В этом случае гидроцилиндры развивают максимальное усилие.

$$G_{кз} = G_{к} + \rho g q k_{и}$$

$$R_3 = R_3^{ноп} \left(1 + 0,15 \frac{q}{q_{max}} \right)$$

$$P_{f3} = R_3 f$$

$$P_2 = 0,2 P_1$$

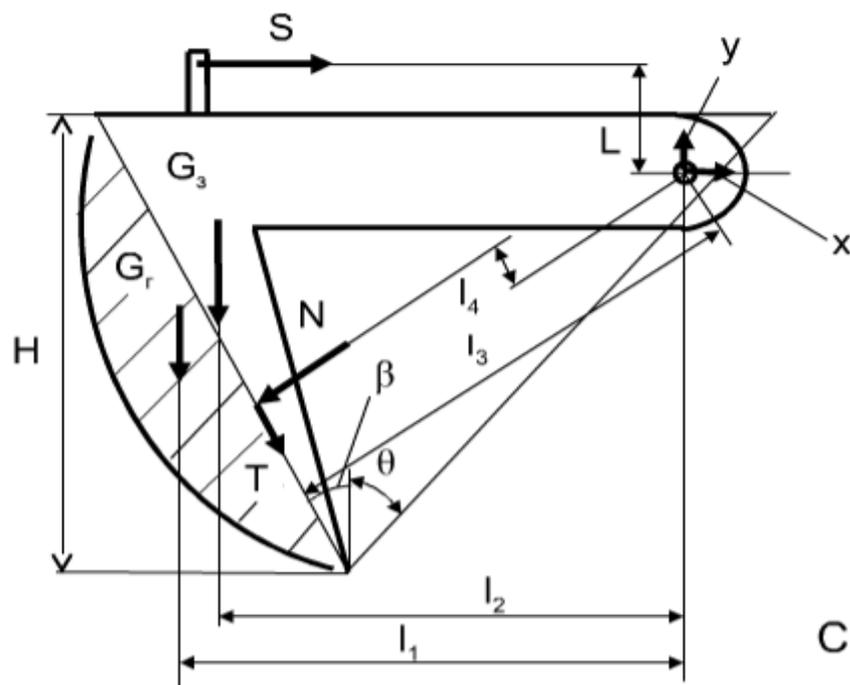


$$P_1 = R_{вед} \left(1 + 0,15 \frac{q}{q_{max}} \right) \varphi + T_{тол} - G \left(1 + 0,15 \frac{q}{q_{max}} \right) f$$

Силы x , y и искомая сила S неизвестны

$$S = \frac{G_{кз} l_2 + P_1 h_1 + P_2 l_1 + R_3 l_3 + P_{f3} h_3 - T_T h_2}{L}$$

Определение усилий в гидроцилиндрах заслонки



$$\theta = \frac{\pi}{4} \pm \frac{\rho}{2}$$

$$G_2 = F_{cez} B \rho g$$

$$N = G_{np} \frac{\cos \theta}{\sin(\beta + \theta)}$$

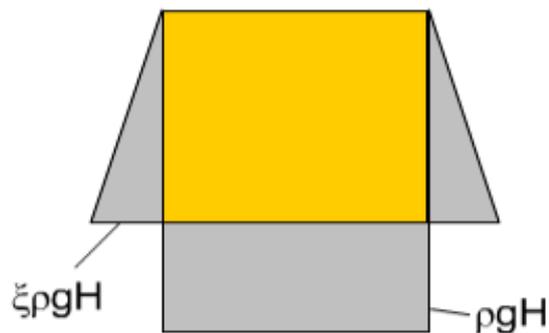
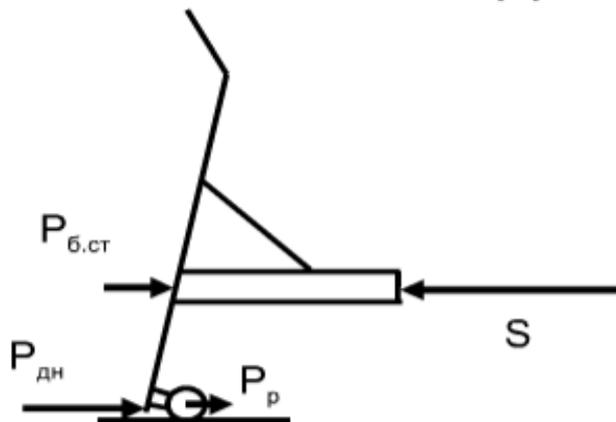
$$G_{np} = \frac{BH^2}{2} (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \theta) \rho g$$

$$T = N \operatorname{tg} \rho$$

Силы x , y и искомая сила S неизвестны

$$S = \frac{G_2 l_1 + G_3 l_2 + N l_4 + T l_3}{L}$$

Определение усилий в гидроцилиндрах задней стенки



$$P_{\text{дн}} = BLH\rho g\mu_1$$

$$P_{\text{б.ст.}} = \frac{1}{2}\xi\rho gH^2 L\mu$$

$$P_p = G_{\text{см}}f_p \quad (f = 0,1 \dots 0,15)$$

$$S = P_{\text{дн}} + P_{\text{б.ст.}} + P_p$$

3. Производительность скрепера

$$П = \frac{60q k_n k_v}{T_{\text{ц}} k_p} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{ч}} \right)$$

q – ёмкость ковша скрепера;

k_n - коэффициент наполнения ковша;

k_p - коэффициент разрыхления грунта;

k_v - коэффициент использования машины по времени;

$T_{\text{ц}}$ – время цикла работы скрепера.

Время цикла работы скрепера

$$T = t_{\text{н}} + t_{\text{гр.х}} + t_{\text{в}} + t_{\text{хх}}$$

$t_{\text{н}}$ - продолжительность набора грунта, мин

$t_{\text{гр.х}}$ - продолжительность гружёного хода, мин

$t_{\text{в}}$ - продолжительность выгрузки грунта, мин

$t_{\text{хх}}$ - продолжительность холостого хода, мин

Пути повышения производительности скреперов

Рациональную схему движения скреперов инженерно-технические работники выбирают заранее в проектах производства работ на основании технико-экономических расчетов, а также с учетом следующих требований:

- путь транспортирования грунта должен быть кратчайшим;
- забой должен быть такой длины, чтобы ковш скрепера загружался полностью;
- длина участка разгрузки должна обеспечивать полную разгрузку ковша;
- при возведении полотна должны быть оборудованы въезды и съезды.

Контрольные вопросы и задания:

1. Назовите область применения скреперов.
2. Приведите классификацию скреперов по емкости ковша.
3. Назовите главный параметр скрепера. Перечислите основные параметры скрепера.
4. Дайте классификацию скреперов по вместимости ковша.
5. Дайте классификацию скреперов по способу загрузки ковша.
6. Дайте классификацию скреперов по способу передвижения.
7. Какие силы сопротивления входят в суммарную силу сопротивления копанию скрепера?

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы. УП за №6024 от 10. 07.2020 г.
2. А.И. Доценк и др. Строительные машины и оборудование. ИНФА -М:-2014. 513 с.
3. В.В. Суриков и др. Строительные машины для механизации мелиоративных работ. Учебник. М:1991.-463 с.
4. С.И. Вахрушев. Строительные машины. Учебное пособие. Пермь:-2016.-276
5. И.Ф. Дьяков. Строительные и дорожные машины и основы автоматизации. Учебное пособие. Ульяновск. УлГТУ:-2007.
6. В.Н. Огневчук, Т.У. Усмонов Методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Строительные машины». Ташкент:-2019.-55 с
7. Г.В. Забегалов, Э.Г. Ронинсон. Бульдозеры, скреперы, грейдеры. Учебник. – М.: Высш. школа. 1991.-334 с.



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH
MUHANDISLARI INSTITUTI



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Усманов Наиль
Каюмович.



доц. Кафедры Механизация
гидромелиоративных работ



+ 998 71 237 1927



usmanov@tiame.uz

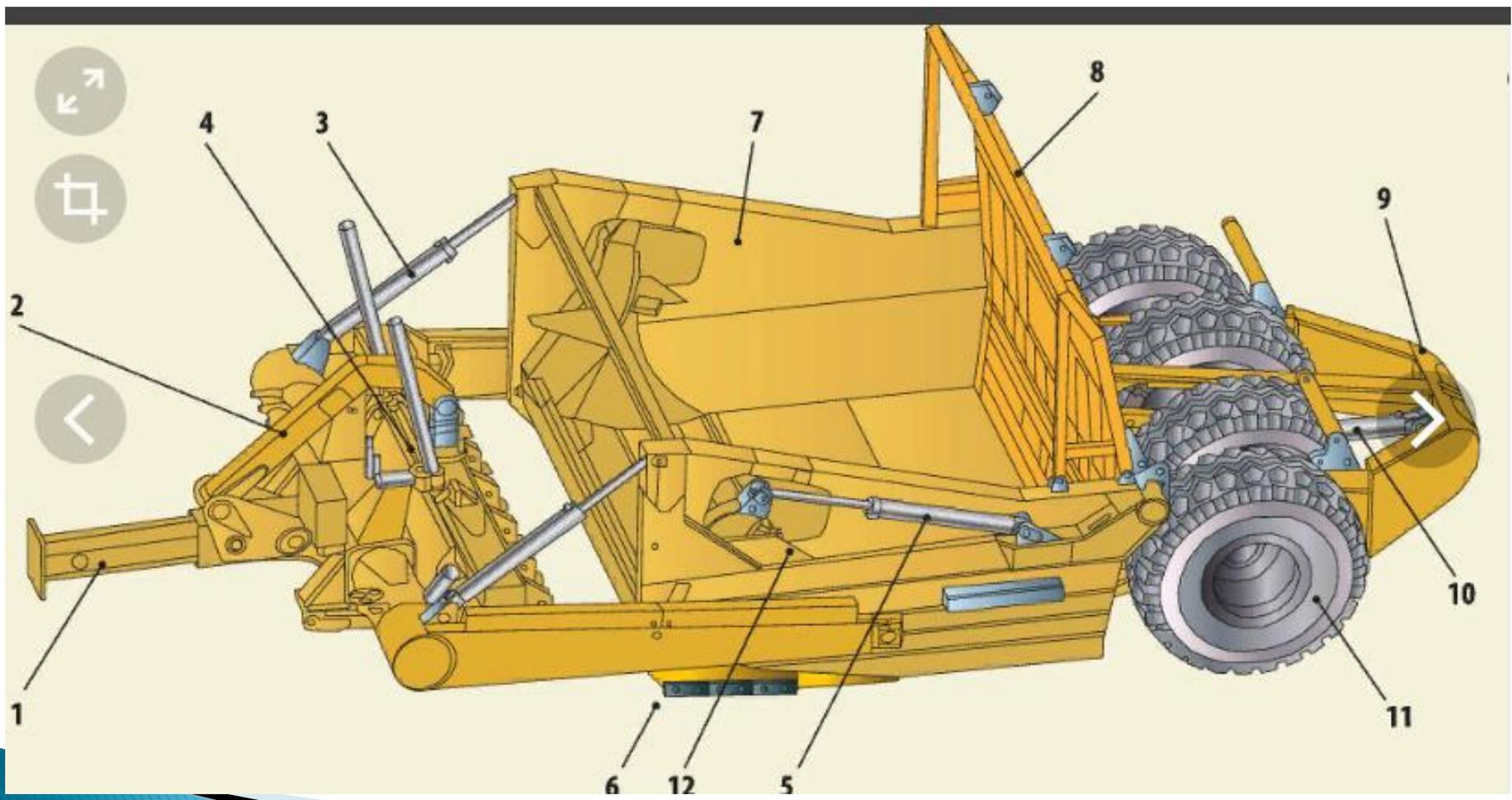
33

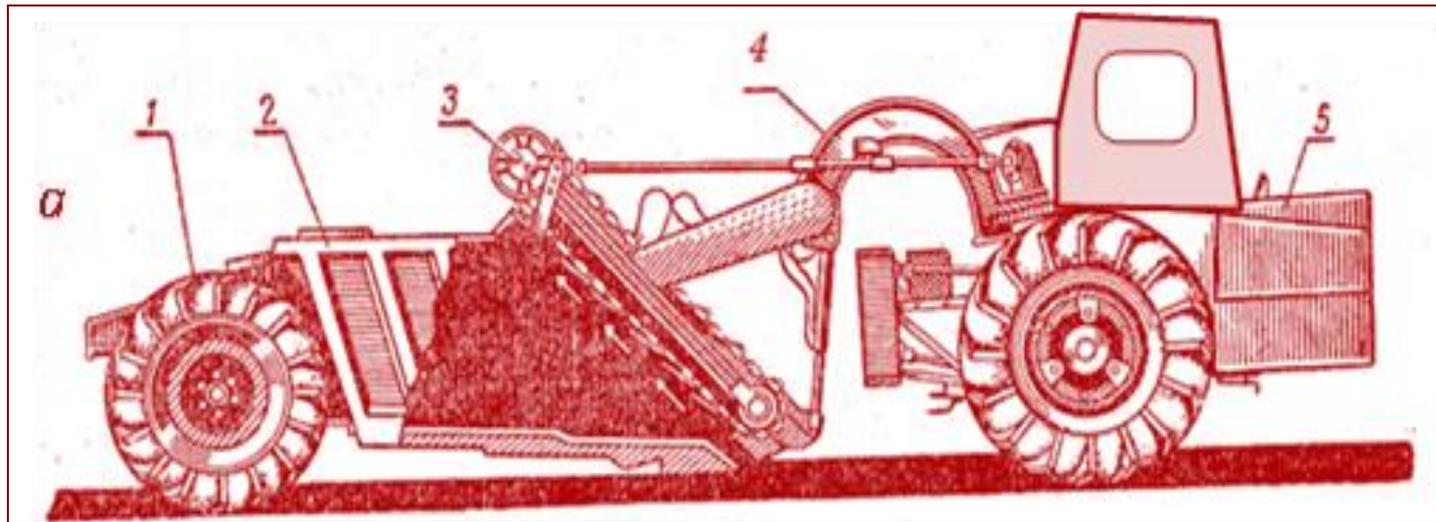




Скрепер с элеваторной загрузкой ковша







1.



2.



3.



4.





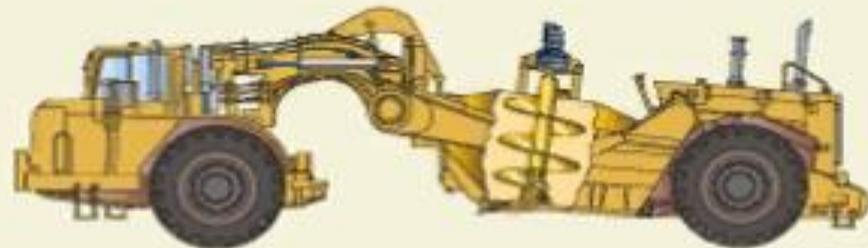


ТИПЫ СКРЕПЕРОВ

САМОХОДНЫЙ СКРЕПЕР С ЭЛЕВАТОРНОЙ ЗАГРУЗКОЙ



САМОХОДНЫЙ СКРЕПЕР СО ШНЕКОВЫМ ЭЛЕВАТОРОМ



ПОЛУПРИЦЕПНОЙ СКРЕПЕР С КОШОМ



ПРИЦЕПНОЙ СКРЕПЕР С КОШОМ

