

САНКТ - ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНО - СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

доцент, к.т.н. Галузин В.М., доцент, к.т.н. Данилов В.М.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям по строительным машинам

РАБОТА N 5

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ
ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА И РАСЧЕТ
ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Указания разработаны на кафедре
«Технология, организация и экономика строительства»

Санкт - Петербург
2000 г.

РАБОТА N 5

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОДНОКОВШОВОГО ЭКСКАВАТОРА И РАСЧЕТ ЕГО ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

1. Исходные данные

Принципиальная схема гидростатического привода, конструктивные схемы гидравлического экскаватора с рабочим оборудованием обратная и прямая лопата, конструктивная схема драглайна.

Варианты данных для выбора и определения производительности экскаватора (приложение 1).

Технические характеристики экскаваторов (приложение 2) и автосамосвалов (приложение 3).

2. Состав задания

2.1. Изучить схемы приводов и конструктивные схемы одноковшовых экскаваторов.

2.2. Выбрать экскаватор для разработки определенного объема грунта и определить его эксплуатационную производительность

2.3. Произвести подбор автотранспорта к экскаватору.

3. Рекомендации по выполнению

3.1. Схема гидростатического привода, конструктивные схемы экскаваторов.

Одноковшовые экскаваторы – самоходные землеройные машины циклического действия, предназначенные для разработки грунта и перемещения его в отвал или транспортное средство. В зависимости от вида рабочего оборудования и технологических возможностей, различают экскаваторы прямая и обратная лопата, драглайн и грейфер.

Наибольшее применение в строительстве находят универсальные экскаваторы обратная и прямая лопата (с гидравлическим приводом и жесткой подвеской рабочего оборудования) и драглайн (с многомоторным дизель-электрическим приводом и гибкой подвеской рабочего оборудования) с объемом ковша 0,4.....2,5м³.

Современные экскаваторы обратная и прямая лопата, грейфер, как правило, имеют гидравлический привод, в котором энергия от двигателя (дизеля) передается исполнительным механизмам (гидроцилиндрам, гидромоторам) при помощи рабочей жидкости.

Принципиальная схема гидравлического привода, обеспечивающего работу какого-либо оборудования экскаватора (например, ковша), показана на рис. 1.

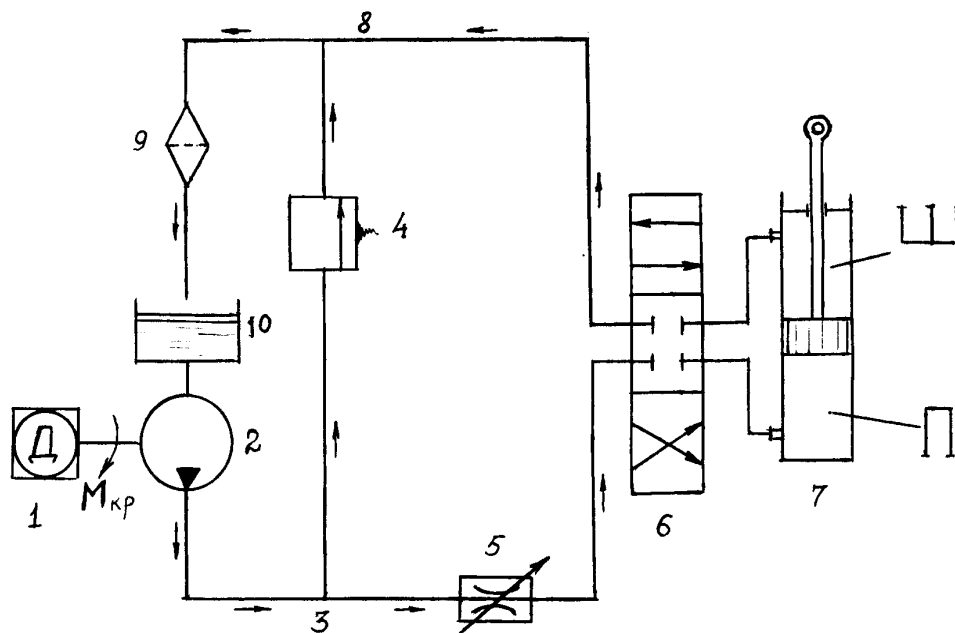


Рис.1. Принципиальная схема гидростатического привода.

1- дизель; 2- объемный насос; 3- напорный трубопровод;
4- предохранительный клапан; 5- дроссель; 6- трехпозиционная секция
распределителя; 7- гидроцилиндр; 8- сливной трубопровод; 9- фильтр;
10- бак для рабочей жидкости; П- поршневая и Ш- штоковая полости
гидроцилиндра.

Дизель 1 вращает объемный насос 2, который забирает рабочую жидкость (минеральное масло) из бака 10 и нагнетает ее в напорный трубопровод 3 под давлением 16...23 МПа (160...230 кгс/см²). Масло поступает через распределитель 6 в гидроцилиндр 7. Управляя распределителем 6, можно обеспечить подачу масла под давлением в поршневую или штоковую полость, а также обеспечить положение «заперто» (оно показано на рис. 1), что позволяет зафиксировать состояние рабочего органа (например, ковша).

Скорость движения рабочего органа регулируется изменением размера проходного отверстия дросселя 5, т.е. расходом рабочей жидкости. Из противоположной полости гидроцилиндра рабочая жидкость через распределитель поступает в сливной трубопровод 8 под давлением, немного превышающим атмосферное (чтобы предотвратить засасывание воздуха в трубопровод в случае разуплотнения соединений) и далее через фильтр 9 сливается в бак 10. При возникновении неисправности в системе привода и повышении давления в напорном трубопроводе выше критического, срабатывает предохранительный клапан 4 и рабочая жидкость идет по «малому кругу» через фильтр в бак.

Конструктивные схемы гидравлического экскаватора ЭО – 4121А с рабочим оборудованием обратная и прямая лопата показаны на рис. 2 и 3.

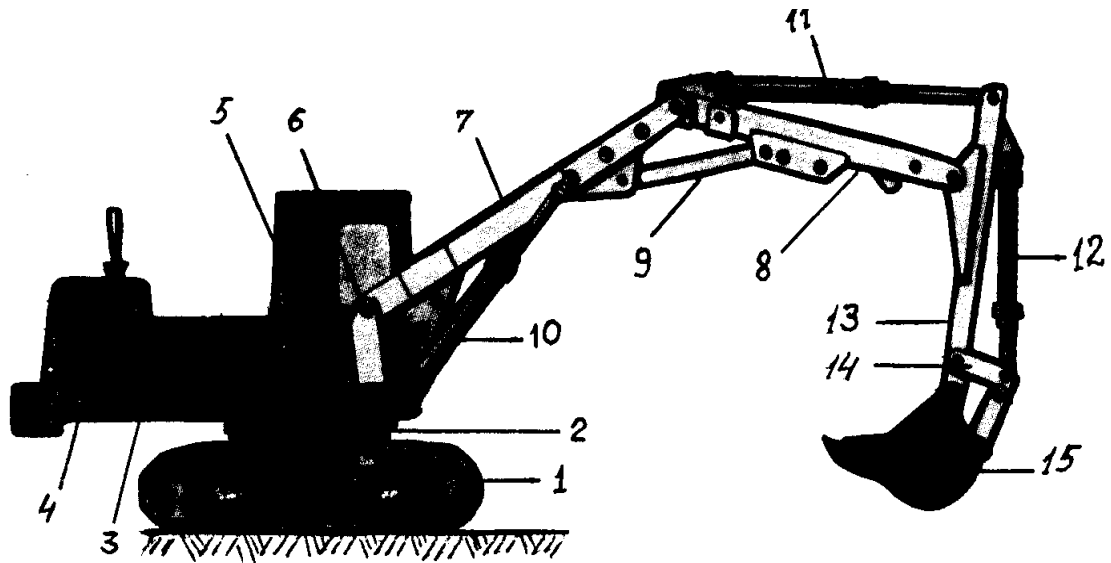


Рис. 2. Экскаватор ЭО – 4121А с рабочим оборудованием обратная лопата (трубопроводы не показаны)

1- гусеничное ходовое устройство; 2- опорно-поворотное устройство; 3-поворотная платформа; 4- двигатель; 5- кабина машиниста; 6- шарнир соединения стрелы с поворотной платформой; 7- нижняя часть стрелы; 8- верхняя часть стрелы; 9- тяга; 10,11,12- гидроцилиндры; 13- рукоятка; 14- рычаг ковша; 15- ковш.

Экскаватор обратная лопата разрабатывает грунт ниже отметки стояния. При работе обратной лопаты реализуются большие усилия, так как сопротивление грунта при копании преодолевается не только усилием, развиваемым рабочим оборудованием, но и массой всей машины. Кроме показанной на рис. 2, применяют неразъемные (моноблочные) стрелы и удлиненные рукояти, профильные ковши для рытья и очистки каналов и кюветов.

Перемещение стрелы, рукояти и ковша при копании и разгрузке ковша осуществляется согласованной работой соответствующих гидроцилиндров.

Для сокращения времени цикла и повышения производительности машинист совмещает подъем рабочего оборудования с поворотом платформы к месту разгрузки, опускание стрелы с обратным поворотом к забою.

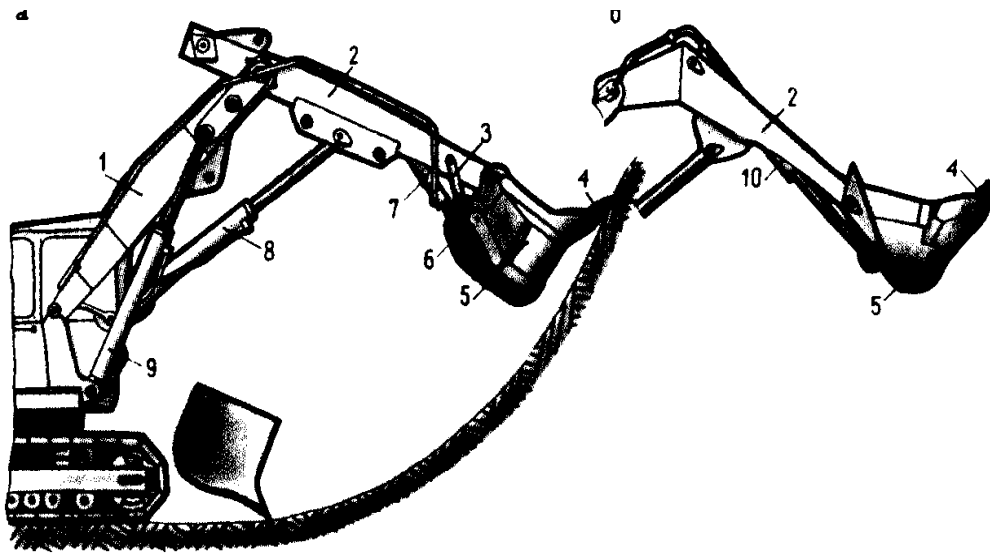


Рис. 3. Рабочее оборудование прямой лопаты экскаватора ЭО – 4121А

а- с неповоротным ковшом; б- с поворотным ковшом.

1- стрела; 2- рукоять; 3- тяга; 4- зуб ковша; 5- ковш; 6- петля дна ковша; 7,8,9,10- гидроцилиндры; I и II – положения ковша при копании.

Экскаватор прямая лопата разрабатывает грунт выше отметки стояния. Ковш может быть присоединен к рукояти жестко с помощью тяги 3 и тогда для открывания дна устанавливают специальный гидроцилиндр 7. Если ковш крепят к рукояти шарнирно (позиция «б»), то его поворот относительно горизонтальной оси осуществляется с помощью гидроцилиндра 10; корпус гидроцилиндра шарнирно прикреплен к проушинам рукояти, а шток также шарнирно присоединен к ковшу.

На большинстве гидравлических экскаваторов (в том числе и на ЭО – 4121А) при монтаже оборудования прямой лопаты используют (полностью или частично) стрелу обратной лопаты.

Прямой лопатой с поворотным ковшом можно выполнять не только разработку и погрузку грунта, но и планировку забоя; недоборы грунта при работе гидравлической прямой лопаты меньше, чем для механического экскаватора.

Экскаватор драглайн (Рис. 4) всегда имеет гибкую подвеску рабочего оборудования и механический (одномоторный) или дизель-электрический (многомоторный) привод (см. Рис.5).

Драглайн разрабатывает грунт ниже отметки стояния. Цикл работы драглайна складывается из заброса ковша, подтаскивания ковша с одновременным его наполнением срезаемым грунтом, подъема ковша, поворота стрелы на разгрузку и обратного поворота в забой.

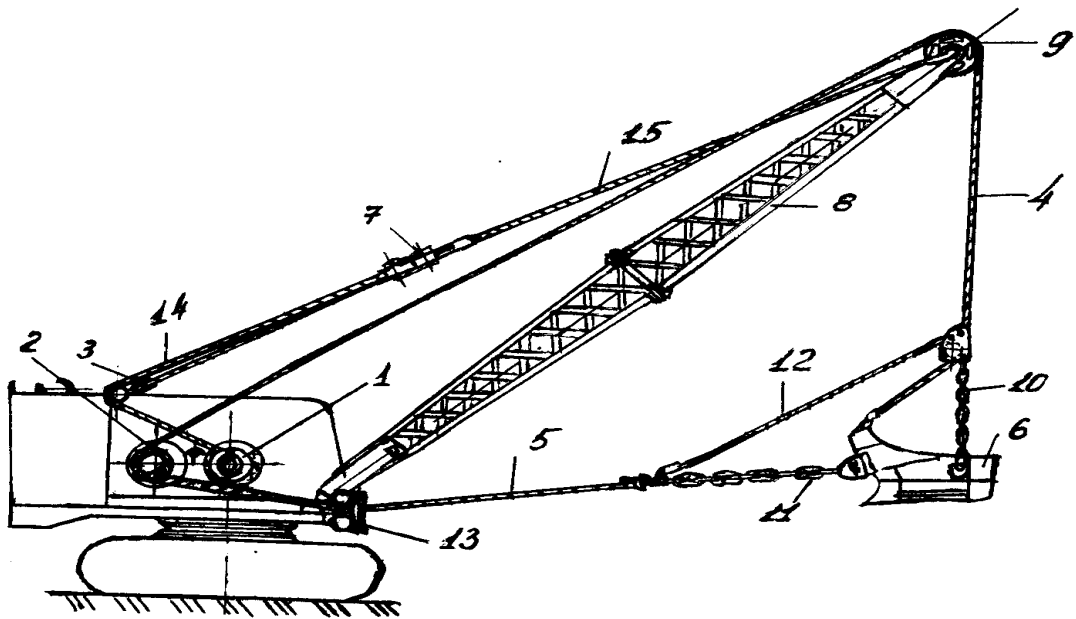


Рис. 4. Экскаватор драглайн

1- стрелоподъемный барабан лебедки; 2- тяговый барабан лебедки; 3-неподвижные блоки; 4- подъемный канат; 5- тяговый канат; 6- ковш; 7- подвижные блоки; 8- стрела; 9- головной блок стрелы; 10- подъемные цепи; 11- тяговые цепи; 12- разгрузочный канат; 13- наводка; 14- канат; 15- канатные тяги.

При забросе ковша 6 с барабана лебедки 2 сбрасывается подъемный канат 4, проходящий через головной блок 9 стрелы 8, а с другого барабана двухбарабанной лебедки 2 (см. Рис.4 и Рис. 6), сбрасывается тяговый канат 5, проходящий через наводку 13 и прикрепленный к ковшу посредством тяговых цепей 11. Стрела удерживается под заданным углом с помощью полиспаста, состоящего из подвесной траверсы с подвижными блоками 7, неподвижных блоков 3 и каната 14, идущего на стрелоподъемный барабан лебедки 1. Траверса и головная часть стрелы связаны канатными тягами 15.

Перемещение ковша по откосу забоя и наполнение его грунтом осуществляется с помощью тягового каната при одновременном сбросе подъемного каната. После наполнения ковш поднимается и удерживается цепями 10 при одновременном натяжении тягового каната. При повороте к месту разгрузки отпускают тяговый канат, разгрузочный канат 12 ослабляется; так как ось подвески ковша на подъемных цепях не проходит через центр тяжести (он находится ближе к режущей части), ковш опрокидывается и освобождается от грунта. При большем угле поворота разгрузка ковша в отвал выполняется при круговом движении поворотной части.

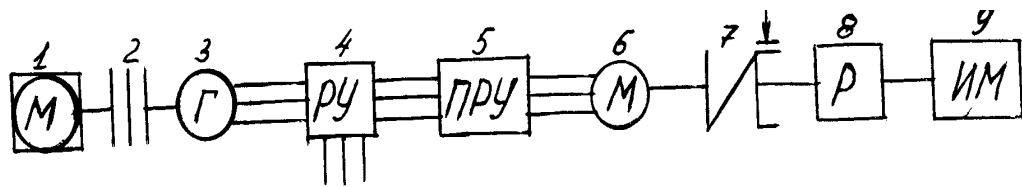


Рис. 5. Принципиальная схема много моторного дизель-электрического привода экскаватора драглайн.
(показана только одна «ветвь» привода)

- 1- дизель; 2- фрикционная муфта; 3- электрический генератор;
4-распределительное устройство; 5- пуско-регулирующее устройство;
6- электродвигатель; 7- соединительная муфта и колодочный тормоз;
8- редуктор; 9- исполнительный механизм.

Дизель и генератор составляют, по существу, передвижную электростанцию, обеспечивающую питание электродвигателей. Многомоторный привод компактен; электродвигатель, муфта и редуктор конструктивно составляют единый блок и располагаются непосредственно у исполнительного механизма. Автономность каждой ветви позволяет выполнять функции управления независимо и делает возможным совмещение рабочих операций.

На Рис. 6. показана кинематическая схема привода двухбарабанной лебедки драглайна (тяговый и подъемный канаты на Рис.4)

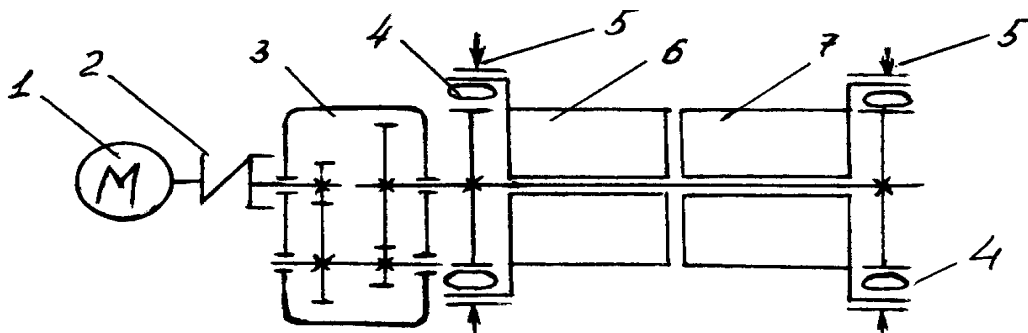


Рис. 6. Кинематическая схема привода двухбарабанной лебедки

- 1- электродвигатель; 2- соединительная муфта; 3- редуктор;
4- фрикционная пневмокамерная муфта; 5- ленточный тормоз; 6- барабан тяговой лебедки; 7- барабан лебедки подъема ковша.

Электродвигатель с помощью муфты соединен с двухступенчатым редуктором, на валу которого жестко закреплены ведущие полумуфты пневмокамерных муфт. Барабаны лебедок 6 и 7 вращаются свободно, их включение происходит при подаче воздуха в пневмокамеры. При выключении привода барабан затормаживается.

3.2. Выбор экскаватора и определение его эксплуатационной производительности

Выбор экскаватора, определение его производительности, а также подбор автотранспорта к экскаватору выполняется с использованием исходных данных варианта расчета (Приложение 1), Приложений 2и 3 и пособия «Выбор строительных машин для производства земляных работ». Учебное пособие. Л., 1987.(далее по тексту – «пособие»).

3.2.1. При известном месячном объеме разрабатываемого грунта (Приложение 1), намечаем объем ковша экскаватора (стр. 41 “пособия”), а по Приложению 2 принимаем экскаватор определенной марки и объем ковша данного вида рабочего оборудования.

3.2.2. Определяем эксплуатационную часовую производительность экскаватора $\Pi_{ч}^3$ по формуле 35 стр. 30 “пособия”; длительность цикла $t_{ц}$ принимаем по Приложению 2, коэффициенты наполнения ковша $K_{н}$ и разрыхления грунта $K_{р}$ – по таблицам 6 и 7, стр. 32-33 «пособия». Принимаем коэффициент использования рабочего времени $K_{в} = 0,80$.

3.2.3. Определяем количество машино-смен, необходимое для разработки данного объема грунта (1 смена = 8 часов) по формуле:

$$N_{\text{маш-см}} = \frac{V}{\Pi_{\text{см}}^3} \quad (1)$$

где: V - месячный объем разработки грунта, м^3 ,
 $\Pi_{\text{см}}^3$ - сменная эксплуатационная производительность экскаватора, $\text{м}^3/\text{см}$.

3.3 Определение количества самосвалов

Экскаватор работает по транспортной схеме, т.е. разрабатываемый в забое грунт грузят в автосамосвалы и отвозят на указанное расстояние (Приложение 1).

3.3.1. По таблице 17 стр.40 «пособия» намечаем грузоподъемность автосамосвала, а по Приложению 3 принимаем машину определенной марки и грузоподъемности.

3.3.2. По таблице 13 стр.37 «пособия» определяем объем грунта в кузове автосамосвала.

3.3.3. По формуле 37 стр. 36 «пособия» определяем производительность автосамосвала; длительность цикла определяем по формуле 39 стр. 37 «пособия», составляющие $t_{ц}$ определяем из текста (стр.37-40), по данным таблиц 15 и 16 стр. 39-40 «пособия», коэффициент использования рабочего

времени $K_B = 0,9$. Считаем, что автосамосвалы перевозят грунт по дорогам со щебеночным или гравийным покрытием.

3.3.4. Определяем требуемое для бесперебойной работы экскаватора количество автосамосвалов по формуле:

$$N_{ac} = \frac{P_{ч\ экс}^э}{P_{ч\ ac}^э} \quad (2)$$

(см. формулу 40 на стр.41 «пособия»), любое округление полученных в расчетах результатов производим в большую сторону.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грубник Г.А. Методические указания к лабораторной работе «Составление схемы много моторного привода одноковшового экскаватора и определение основных параметров».Л., 1977, 15с.
2. Лейко В.С. Строительные машины и механизмы в энергетическом строительстве. М., Машиностроение, 1985, 222 стр.

Варианты исходных данных для расчета

Вариант	Месячный объем разработки грунта, тыс.м ³	Вид рабочего оборудования экскаватора	Расстояние транспортировки грунта, км
1	10	Обратная лопата	2,3
2	24	Прямая лопата	3,0
3	15	Обратная лопата	1,5
4	27	Прямая лопата	1,7
5	18	Обратная лопата	3,0
6	34	Прямая лопата	2,8
7	30	Обратная лопата	1,6
8	40	Прямая лопата	1,2
9	37	Обратная лопата	3,4
10	52	Прямая лопата	2,7
11	45	Обратная лопата	2,2
12	65	Прямая лопата	1,0
13	57	Обратная лопата	1,6
14	77	Прямая лопата	0,8
15	63	Обратная лопата	2,8
16	82	Прямая лопата	3,8
17	77	Обратная лопата	4,0
18	90	Прямая лопата	4,8
19	85	Обратная лопата	2,0
20	110	Прямая лопата	1,5

Приложение 2

Данные по гидравлическим экскаваторам

Экскаватор	ЭО - 4321		ЭО - 4121		ЭО - 5122		ЭО - 6122	
Оборудование обратная лопата								
Объем ковша, м ³	0,5	0,65	1,0	1,25	1,6	2,0	1,6	2,5
Длительность цикла, с	17	18	21	23	25	27	27	29
Оборудование прямая лопата								
Объем ковша, м ³	0,8	1,0	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5	3,2
Длительность цикла, с	15	15	17	18	20	21	23	25

Приложение 3

Данные по автомобилям – самосвалам

Показатели	ЗИЛ-ММЗ-555	МАЗ-503А	КамАЗ-5511	КрАЗ-256Б1	БелАЗ-540А
Грузоподъемность, т	5,2	8,0	10,0	12,0	27,0
Полная масса, т	9,9	15,4	18,9	23,2	48,0