

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра стационарных и транспортных машин

ПОДЗЕМНЫЕ САМОХОДНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

**Тягачи на гусеничном ходу для демонтажа (монтажа)
механизированных комплексов**

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Транспортные машины»
для студентов специальности 130400.65 «Горное дело»
специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование»
всех форм обучения

Составитель В. М. Юрченко

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 8 от 26.02.2013

Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
специальности 130400.65
Протокол № 10 от 01.03.2013

Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2013

Цель работы.

Ознакомление с передовой современной транспортной техникой, используемой для демонтажа (монтажа) оборудования комплексно-механизированных лав и приобретение навыков расчета самоходных машин.

Главная идея применения самоходных транспортных машин заключается в сокращении времени на транспортирование оборудования комплексно-механизированной лавы в период монтажа (демонтажа).

1. Основные способы транспортировки «тяжелых» секций крепи

Для перевозки секций крепи из демонтажной камеры отработанного выемочного участка в монтажную камеру новой лавы применяются следующие способы транспортировки:

1. Транспортировка секций крепи лебедками;
2. Транспортировка секций крепи при помощи самоходных машин на гусеничном ходу;
3. Транспортировка секций крепи при помощи самоходных машин на пневмошинном ходу;
4. Транспортировка секций крепи по подвесным монорельсовым дорогам;
5. Транспортировка секций крепи по напочвенным речным дорогам.

2. Общие сведения о самоходных транспортных машинах на гусеничном ходу и ведущих компаниях-производителях

Самоходные машины на гусеничном ходу, применяемые при монтаже (демонтаже) механизированных комплексов, делятся на три группы:

- тягач-кран (рис. 1 и Прилож. 1),
- тягач с поддоном (рис. 2 и Прилож. 2),
- тягач-транспортёр (рис. 3 и Прилож. 3).

Тягач-кран (рис. 1) вытягивает секцию крепи из состава механизированного комплекса и транспортирует волоком в монтажную камеру.

Тягач с поддоном (рис. 2) вытягивает секцию крепи из состава

механизированного комплекса, размещает ее на платформе и в таком положении транспортирует в монтажную камеру.

Тягач-транспортер (рис. 3) затягивает домкратом в свой кузов секцию крепи, предварительно вытянутую тягач-краном, и в таком положении транспортирует в монтажную камеру.

Технические характеристики гусеничных тягачей, производимых компанией Petitto Mine Equipment, Inc. приведены в табл. 1.

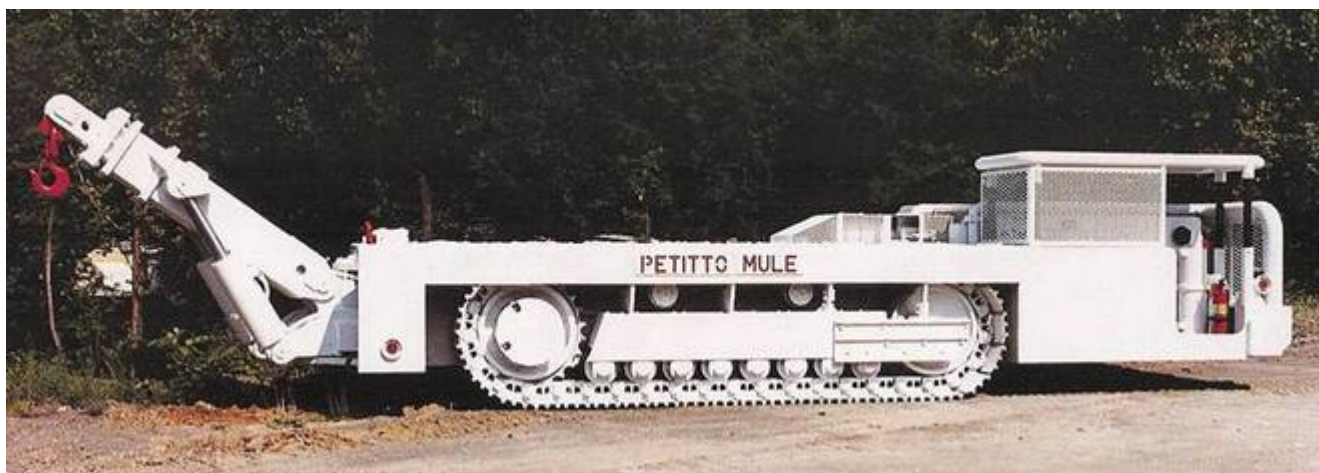


Рис. 1. Тягач-кран, модель 1550



Рис. 2,а. Тягач с платформой, модель 3050



Рис. 2,б. Модель 3050, вид на платформу и втягиватель с крюком



Рис.3. Тягач-транспортёр, модель 4070

Единственным производителем этих машин является компания Petitto Mine Equipment, Inc.

Основанная в 1966 году итальянцем Анджело С. Петитто (1907-1999), компания начинала с двух помещений арендованных у шахты. Компания принадлежит семье. После нескольких переездов в 1969 г. компания обосновалась на своем нынешнем месте: штат Западная Виржиния, город Моргантаун. Первые 10 лет компания ремонтировала горную технику, а в 1978 году занялась производством машин.

В течение 40 лет г-н Петитто-старший ежедневным трудом (до последних дней) и практическим подходом к решению проблем заработал авторитет компании. Обслуживая угольную отрасль и специализируясь на производстве тяжелых гусеничных машин для перемещения оборудования лавы при монтаже (демонтаже), компания разработала целый спектр машин, которые широко применяются на шахтах США и Австралии. Начиная с 2010 г. Китай ведет конструктивные переговоры с компанией Petitto Mine Equipment, Inc. об изготовлении тягачей на своих заводах.

Первый опыт применения таких машин в России получен в 2008 г. на шахтах ОАО «СУЭК» (модель 1550 для секций крепи массой до 36 т.) и в 2009 г. на шахтах ОАО «Воркутауголь» (модель 1039 для секций крепи массой до 22 т.)

Сегодня команда управления компанией Petitto Mine Equipment, Inc. состоит из членов семьи: Анджело Петитто-младший, Джим Петитто, и Джордж Маршалл.

Технические характеристики тягачей РЕТІТТО

Модель	1036 1039	1545 1550 1556	2060 2066	2555	3050 3056	4070
Габарит машины, м (длина x ширина x высота: В/С)	7,8x2,3x0,914/1,2 7,8x2,3x0,99/1,4	9,4x2,8x1,2/1,6 9,4x2,8x1,3/1,7 9,4x2,8x1,4/1,8	9,8x3,0x1,5/1,9 9,8x3,0x1,7/2,0	10,6x3,2x1,3	9,2x2,8x1,3/1,7 9,2x2,8x1,4/1,8	7,9x3,4x1,1/1,7
Клиренс (А) , м	0,165 0,241	0,273 0,273 0,425	0,273 0,425	0,260	0,273 0,425	0,300
Раздвижность домкрата стрелы, м	1,219	1,1	1,1	1,1	1,1	1,9
Поворот стрелы, град	90	90	90	90	-	-
Радиус поворота внутр./наружн.	4,5/ -	4,5/ -				
Мощность двигателя, кВт	75	110,0	110,0	147,0	110,0	217,0
Тип двигателя	Электрический	Электрический	Дизель	Электрический	Электрический	Дизель
Вместимость кабель- барабана, м	210	204,8	-	275	304,8	-
Грузоподъемность, т	16,0		22,0			до 40
Размер пластины траковой цепи, м	0,406	0,546	0,546	0,535	0,546	0,546
Скорость хода машины, км/ч	2,6	3,4				4,0
Собственная масса машины, т	20,0	36,5	41,0	55,0	41,0	42,0

3. Общее устройство машин и выполняемые функции Тягач-кран

Машина (рис. 4) состоит из двух приводных гусеничных тележек 12, соединенных (корпусом) рамой 4. В средней части расположен электрический привод 3, обеспечивающий работу гусеничных тележек и гидравлики. Плавное регулирование скорости осуществляется гидродвигателем.

В передней части рамы на поворотном в горизонтальной плоскости двухплечем рычаге 1 шарнирно закреплена стрела 9 тягач-крана. Поворачивают стрелу на 90° в горизонтальной плоскости штоками гидроцилиндров 2 и 8 шарнирно связанными с плечами двухплечего рычага 1. Подъем и опускание стрелы 9 осуществляется одним гидроцилин-

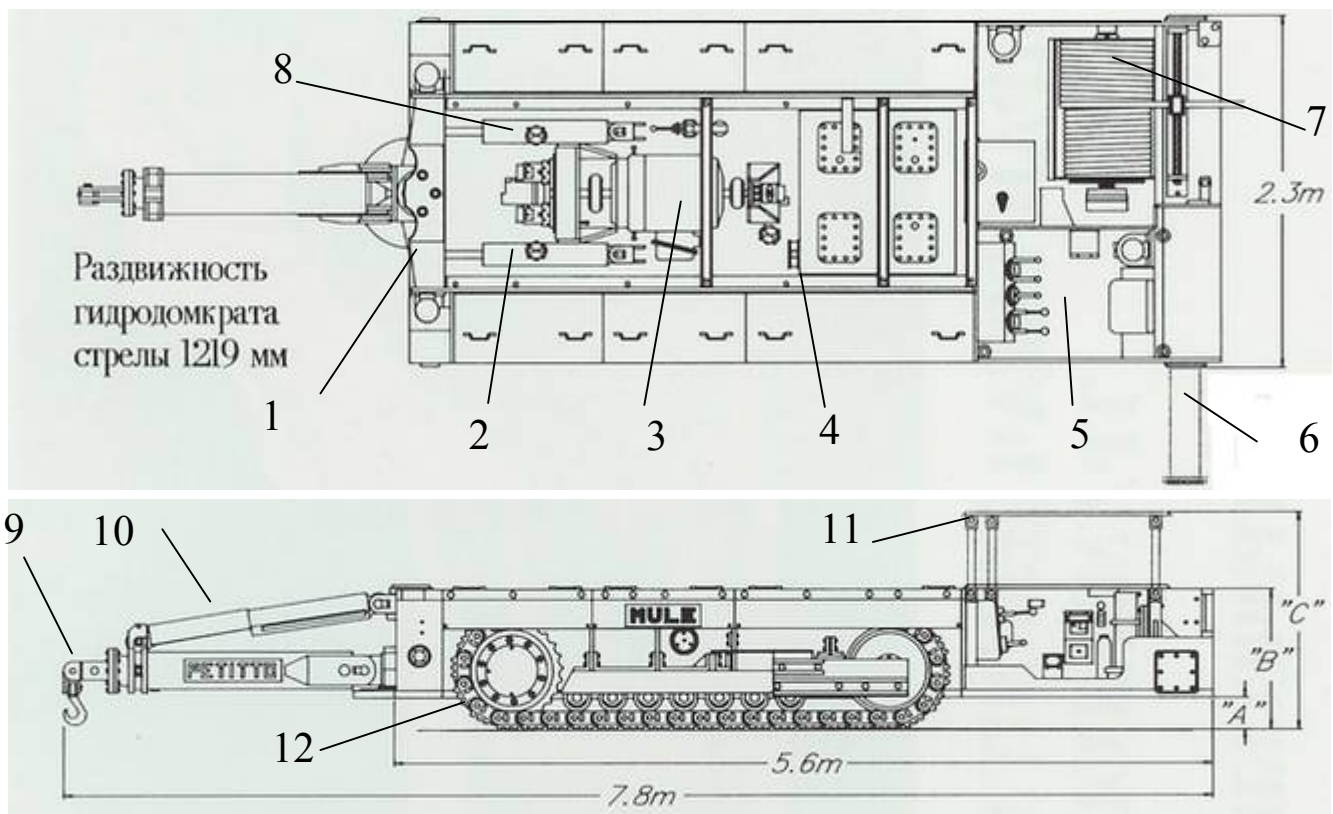


Рис.4. Тягач-кран, модель 1039

дром 10 (у моделей 1550 и 2550 – двумя гидроцилиндрами). Кроме того стрела 9 за счет встроенного гидроцилиндра может выдвигаться на 1219 мм

В задней части рамы 4 (справа) установлен кабель-барaban 7, его вместимость у разных моделей машин составляет 210, 305 м. Слева располагается кабина машиниста 5 защищенная козырьком 11.

В заднем бампере расположены два распорных гидродомкрата 6 с раздвижностью каждого на 762 мм.

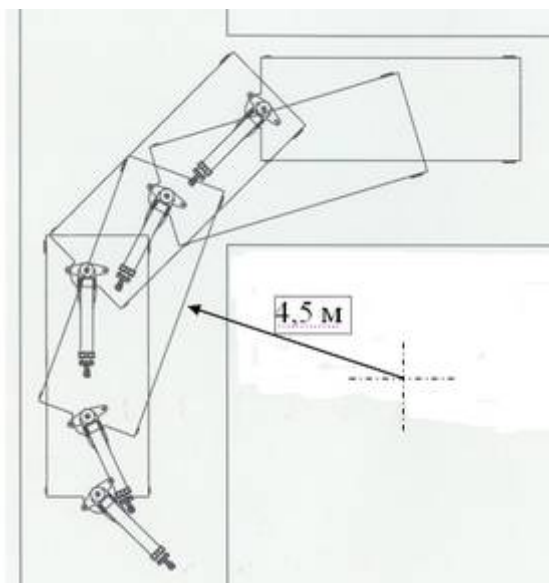


Рис. 5. Поворот тягач-крана

Тягач-кран при движении может производить повороты (рис. 5) с минимальным внутренним радиусом 4,5 м за счет остановки (торможения) одной гусеницы. В том случае, если машина не вписывается в кривую (прижимается к борту выработки), машинист с помощью распорного гидродомкрата 6 может отодвинуть ее от борта выработки для дальнейшего беспрепятственного движения.

Функционально тягач-кран предназначен для выполнения наиболее трудоемких процедур:

- вытягивание секций крепи из состава механизированного комплекса,
- транспортирование секции крепи к месту монтажа.

Последовательность операций по вытягиванию секции крепи из состава механизированного комплекса показана на рис. 6 – 8.

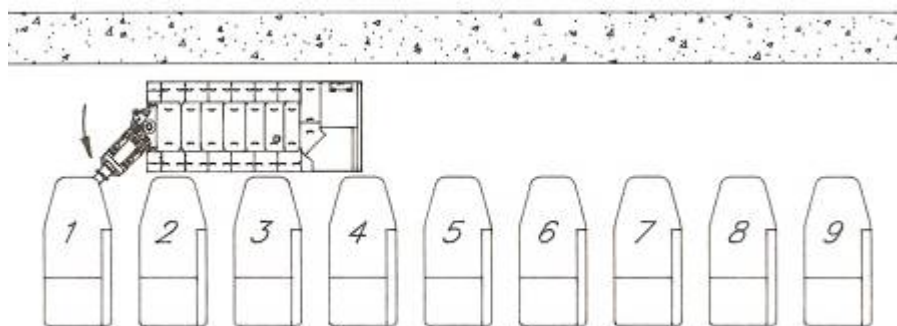


Рис. 6. Тягач-кран зацепляет стрелой постель секции крепи

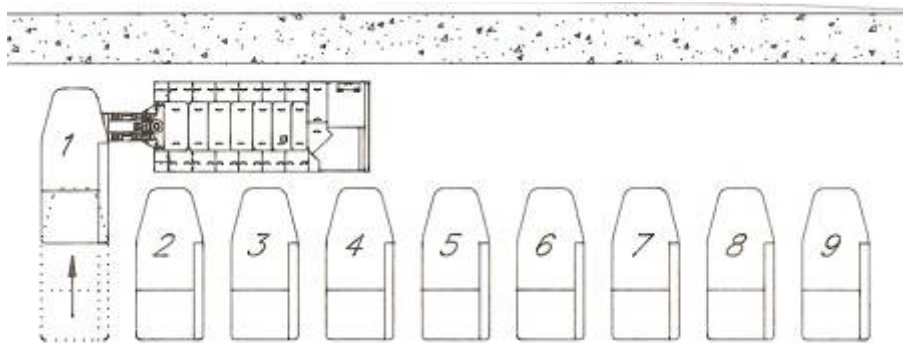


Рис. 7. Тягач-кран поворотом стрелы вытягивает секцию крепи (козырек опущен)

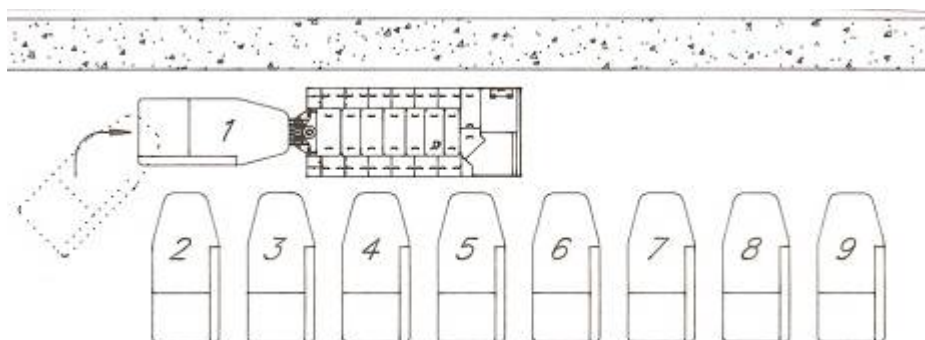


Рис. 8. Тягач-кран втягивает стрелу и начинает перемещение секции крепи

Транспортирование секции крепи непосредственно тягач-краном к месту монтажа показано на рис. 9. Следует отметить, что тягач-кран может быть использован только для вытягивания секций крепи, а их транспортирование осуществляется другим транспортным средством: напочвенной или подвесной монорельсовой дорогой.

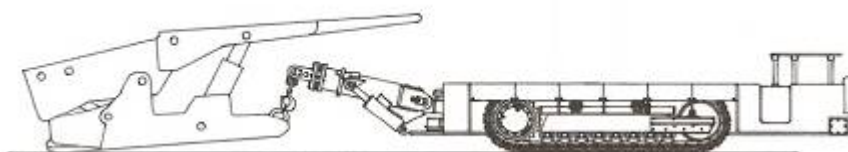


Рис. 9. Транспортировка секции крепи тягач-краном

Тягач-кран - многофункциональная машина, оснащается дополнительными устройствами: ковш, вилы, стрела со специальным захватом. Благодаря этому тягач-кран может производить зачистку почвы демонтажной камеры или выработки (рис. 10), перевозить грузы, контейнеры или узлы машин (рис. 11), поднимать и поддерживать брус для крепления кровли (рис. 12).

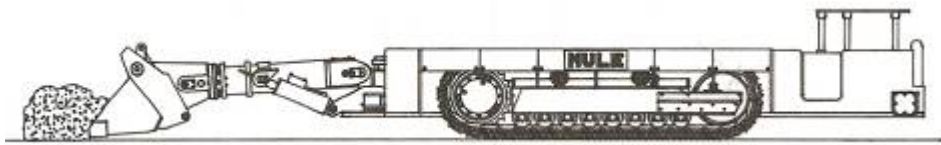


Рис. 10. Тягач-кран с ковшом

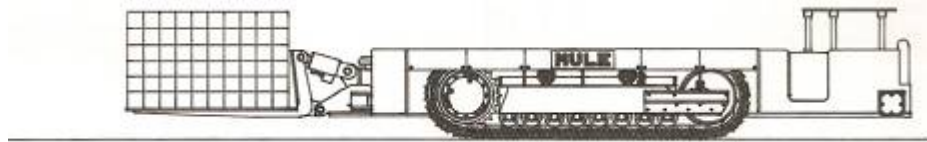


Рис. 11. Тягач-кран с вилочным приспособлением для перевозки грузов

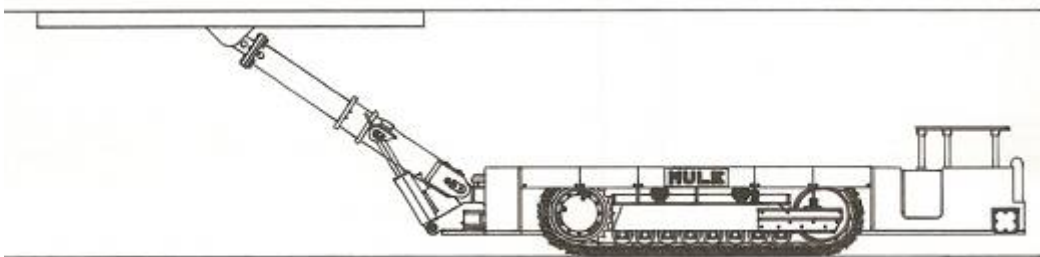


Рис. 12. Тягач-кран с выдвижной стрелой для подъема и поддержания бруса

4. Безопасная эксплуатация тягач-крана

Подготовка тягач-крана к работе.

1. В начале каждой смены производится внешний осмотр всего крана! Следует убедиться, что все крышки на своих местах, а болты надежно затянуты! Особое внимание обращается на стрелу в сборе и на пальцы стрелы, которые должны быть надежно заблокированы фиксаторами и гайками!

2. Осмотром проверить гидравлические шланги и арматуру на предмет износа и протечек! Шланги стрелы проверяются перед каждой сменой на предмет износа или протечек, также проверяется арматура на стреле в сборе! При наличии явных протечек машина останавливается, протечка устанавливается и устраняется.

3. При выполнении ремонтных и смазочных работ на тягач-кране его двигатель обязательно отключается!

4. После замены шланга, фитинга и т.п. обязательно проверяется уровень гидравлической жидкости в баке.

5. В контурах высокого давления механизма перемещения применяются шланги в сборе только от производителя!

6. Изменение настроек предохранительных клапанов в системе гидравлики не допускается!

7. Постоянно проверяется уровень гидрожидкости, а смазка машины производится через каждые 8 часов работы (рис.13).

8. Для заливки гидравлической жидкости в бак применяется только ручной насос, заливка жидкости через открытые крышки бака запрещается.

9. Переполнение редуктора привода насоса не допускается.

10. Перед снятием крышек с краев удаляются засорения.

11. Переполнение бака гидравлической жидкости не допускается. Жидкость не должна доходить до верхней части бака на 4”.

12. Для обеспечения беспрепятственного перемещения воздуха из бака и в бак регулярно проверяется сапун бака гидрожидкости.

13. При замене фильтрующих элементов следует проявлять максимальную осторожность, чтобы предотвратить попадание в них грязи.

14. При нанесении густой смазки или заливке жидкой смазки в узлы следует проявлять максимальную осторожность, чтобы предотвратить попадание в них грязи.

15. Регулярно проверяются сменные накладки боковин шасси на предмет износа гусениц.

16. Регулярно проверяется затяжка болтов накладки гусеничного звена.

17. Регулярно проверяется затяжка гаек ведущих колес.

18. Регулярно проверяется натяжение гусениц и при необходимости выполняется регулировка натяжения.

19. Стрела и крюк в сборе регулярно проверяются на предмет чрезмерного износа или усталости металла.

20. Убедиться, что все 4 фары находятся в рабочем состоянии.

Работа тягач-крана.

1. Не допускается демонтаж узлов или внесение изменений в конструкцию данной машины без предварительного согласования с изготовителем.

2. Не допускается снятие навеса над машинистом!

3. Ни одна часть тела машиниста крана не должна выходить за пределы кабины. Руки, ноги и голова должны постоянно находиться под защитным козырьком навеса!

Частота смазки узлов – через 8 часов.

Замена фильтров – через 100 часов

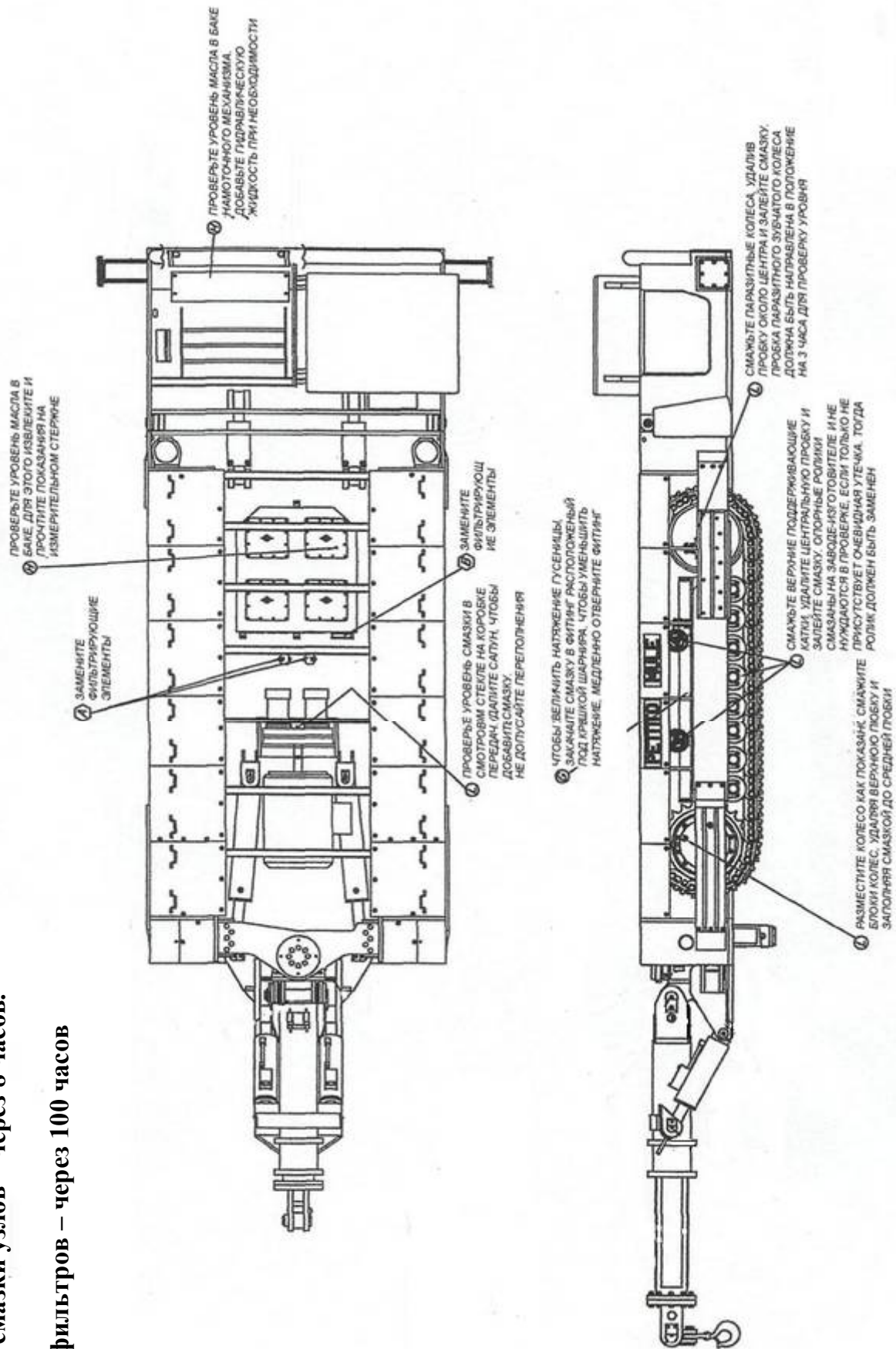


Рис. 13. Карта смазки кран-тягача

4. Не допускается передвижение машины без включенных фар!
5. В кабине машиниста не должно быть посторонних предметов, инструмента, расходуемых материалов и т.п.
6. Перевозка людей на тягач-кране не допускается!
7. Не допускается пуск двигателя тягач-крана, если перекрыт всасывающий клапан гидробака.
8. Машинист обязан знать размещение аварийного оборудования на кране и ознакомить с ним новых работников!
9. Машинист обязан знать количество рабочих на его участке, находящихся в непосредственной близости от тягач-крана, особенно перед работой стрелы или перемещением машины, и их места расположения!
10. Машинист должен обязательно повернуться назад для визуального контроля перед подачей крана назад! Следует убедиться, что в выработке нет людей и препятствий.
11. Перед началом движения машины следует убедиться, что опорные домкраты полностью подняты.
12. Не допускается управление перемещением с помощью клапана ножной педали. Ножная педаль нажимается до отказа, после чего скорость перемещения регулируется подачей гидрожидкости с помощью ручных рычагов.
13. При передвижении не допускается быстрый перевод рычагов перемещения в положение максимального расхода! Подача гидравлической жидкости осуществляется постепенно, это обеспечивает плавный пуск и оптимальное управление!
14. Рукоятки распределительных клапанов отпускаются сразу же при опускании гидродомкратов. После срабатывания домкратов удержание рычагов в положении для перемещения не допускается.
15. При работе стрелы в районе контактных проводов или иных электрических устройств следует проявлять максимальную осторожность.
16. При присоединении крюка к секции крепи или узлу оборудования двигатель тягач-крана обязательно отключается!
17. Двигатель крана обязательно отключается, если шум работающего крана нарушает связь между работниками. При работе на кране должна обеспечиваться надежная связь!
18. Не допускается неправильное и опасное присоединение крюка: через длинные тросы и цепи!

19. Перед использованием цепных и тросовых строп для захвата крюком они обязательно проверяются на допустимую грузоподъемность!

20. Не допускается нахождение вблизи стрелы, когда кран кантует узел оборудования!

21. Не допускается давлением стрелы на почву поднятие передней части машины!

22. Не допускается присутствие людей у боковых сторон тягач-крана при его перемещении!

23. Не допускается присутствие людей перед тягач-краном при перемещении секций крепи или узлов машин!

24. Не допускается работа под нагруженной стрелой или вблизи нее!

25. Не рекомендуется работать на весу с узлами оборудования, поднятыми стрелой. В целях предосторожности они устанавливаются на подставки или шпальные клетки!

26. Лебедка тягач-крана рассчитана на тяговое усилие 97,8 кН, и нагрузка на нее не должна превышать это значение!

27. Лебедка должна применяться для вытягивания секции крепи или узлов оборудования только по прямой линии!

28. При работе стрелы или лебедки не допускается установка или подкладывание опор по бокам машины для предотвращения ее сползания или перемещения!

29. Не допускается применение тросов или цепей для удержания машины при работе стрелы или лебедки!

30. На кабель-барабане (задней лебедки) постоянно должно оставаться не менее одного полного витка кабеля!

31. При работе кабель-барабана нахождение людей вблизи кабеля не допускается!

32. При появлении признаков неисправности или необычных шумов в системе гидравлики двигатель машины немедленно отключается.

33. При невысокой кровле перекрытие опускается, не допускается соприкосновения или удары по кровле крышкой перекрытия.

5. Проверочный тяговый расчет тягач-крана на гусеничном ходу

Практическое применение тягач-крана для транспортирования секций крепи при демонтаже (монтаже) механизированного комплекса лавы должен предварять проверочный расчет, который определит:

- скорость транспортирования при конкретном угле наклона выработки,
- время цикла транспортировки одной секции.

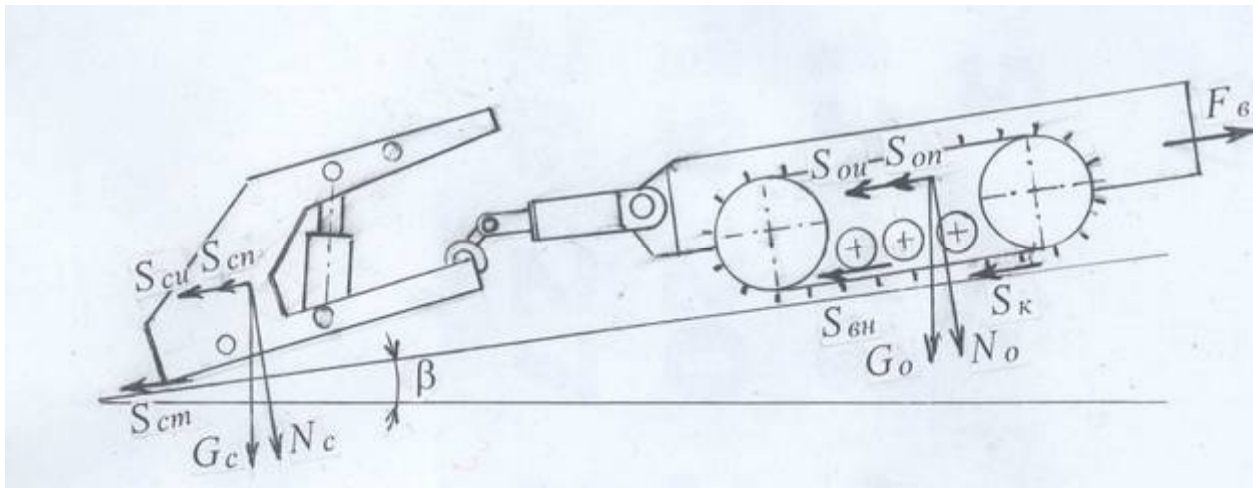


Рис. 14. Расчетная схема перемещения секции крепи тягач-краном

Исходные данные:

$G_o = 539,6$ кН - вес крана-тягача,

$G_c = 353,2$ кН - вес секции крепи,

$N = 147,0$ кВт – мощность двигателя,

$v = 1,0$ км/ч (соответственно – $0,277$ м/с) – скорость движения,

$\beta = 12^\circ$ - максимальный угол наклона выработки,

$\eta = 0,85$ – к.п.д. привода хода,

$n = 2$ - число гусениц,

$b = 0,535$ м – ширина трака гусеницы,

$f = 0,05$ - приведенный коэффициент сопротивления

перекатыванию опорных катков (на подшипниках качения) по гусеничной цепи,

$f_n = 0,3$ – коэффициент трения секции крепи о почву выработки,

$p_{\max} = 260$ кПа (кН/м²) – максимальное давление под гусеницей,

$p_o = 4000$ кПа/м (кН/м³) – коэффициент сопротивления смятию породы.

Двигателем тягач-крана может быть создано тяговое усилие, которое

$$F_v = \frac{N}{v} \eta = \frac{147,0 \cdot 0,85}{0,277} = 451,1 \text{ кН}$$

преодолеет все сопротивления движению

$$\begin{aligned} S &= S_{вн} + S_k + S_n + S_u + S_{см} = \\ &= 35,3 + 9,04 + 185,6 + 8,9 + 26,5 = 265,34 \text{ кН} \end{aligned}$$

где $S_{вн}$ — сила внутреннего сопротивления перекачиванию катков, кН; S_k — сила сопротивления перекачиванию гусениц от смятия породы, кН; $S_n = S_{он} + S_{сн}$ - сила сопротивления при движении на подъем, соответственно: $S_{он}$ - тягача и $S_{сн}$ - секции, кН; $S_u = S_{оу} + S_{су}$ - инерционное сопротивление при трогании с места, соответственно: $S_{оу}$ - тягача и $S_{су}$ - секции крепи, кН; $S_{см}$ — сила трения секции крепи о почву, кН

Сила внутреннего сопротивления перекачиванию катков
 $S_{вн} = f (G_o + G_c / 2) \cos \beta = 0,05 \cdot (539,6 + 176,6) \cdot 0,9781 = 35,3$ кН

Сопротивление перекачиванию гусениц от смятия породы

$$S_k = \frac{p_{\max}^2 nb}{2p_o} = \frac{260^2 \cdot 2 \cdot 0,535}{2 \cdot 4000} = 9,04 \text{ кН}$$

Сила сопротивления при движении тягача с секцией на подъем

$$\begin{aligned} S_n &= S_{он} + S_{сн} = (G_o + G_c) \cdot \sin \beta = \\ &= (539,6 + 353,2) \cdot 0,2079 = 185,6 \text{ кН} \end{aligned}$$

Инерционное сопротивление при трогании с места тягача с секцией крепи (при скоростях до 5 км/ч составляет 1 – 2 % от веса)

$$S_u = 0,01(G_o + G_c) = 0,01 \cdot (539,6 + 353,2) = 8,9 \text{ кН}$$

Сила трения секции крепи о почву

$$S_{см} = \frac{G_c}{2} \cdot f_n = \frac{176,6}{2} \cdot 0,3 = 26,5 \text{ кН}$$

Таким образом, если $F_g \geq S$, то тягач-кран способен перемещать со скоростью 1 км/ч секцию крепи массой 36,0 т., преодолевая подъем по выработке (монтажной или демонтажной камере) с углом наклона $\beta = 12^\circ$.

Поставив условие $F_g = S$, из первой формулы можно определить, что мощности двигателя достаточно для того, чтобы при данных условиях развивать скорость до 1,69 км/ч.

Используя равенство $F_g = S$ можно получить ответ на вопрос: какой предельный угол наклона выработки преодолеет тягач-кран при мощности двигателя $N = 147,0$ кВт и скорости $v = 1,0$ км/ч (0,277 м/с), перевозя секцию крепи массой 36 т.:

$$\beta = \arcsin \frac{F_g - S_{вн} - S_k - S_{см}}{G_o + G_c} = \arcsin \frac{451,1 - 35,8 - 9,04 - 26,5}{539,6 + 353,2} = 25^\circ$$

Таким образом, для того, чтобы убедиться в возможности применения тягача на гусеничном ходу необходимо:

- 1 – рассчитать сопротивления движению тягача с секцией крепи по выработке с конкретным углом наклона,**
- 2 – по мощности привода тягача определить скорость движения при данных условиях.**

5. Индивидуальное задание

Алгоритм формирования исходных данных для индивидуального задания

Вариант задания	Масса секции крепи, т.	Длина транспортирования к месту установки, м.	Угол наклона выработки, град.

03. 12. 07

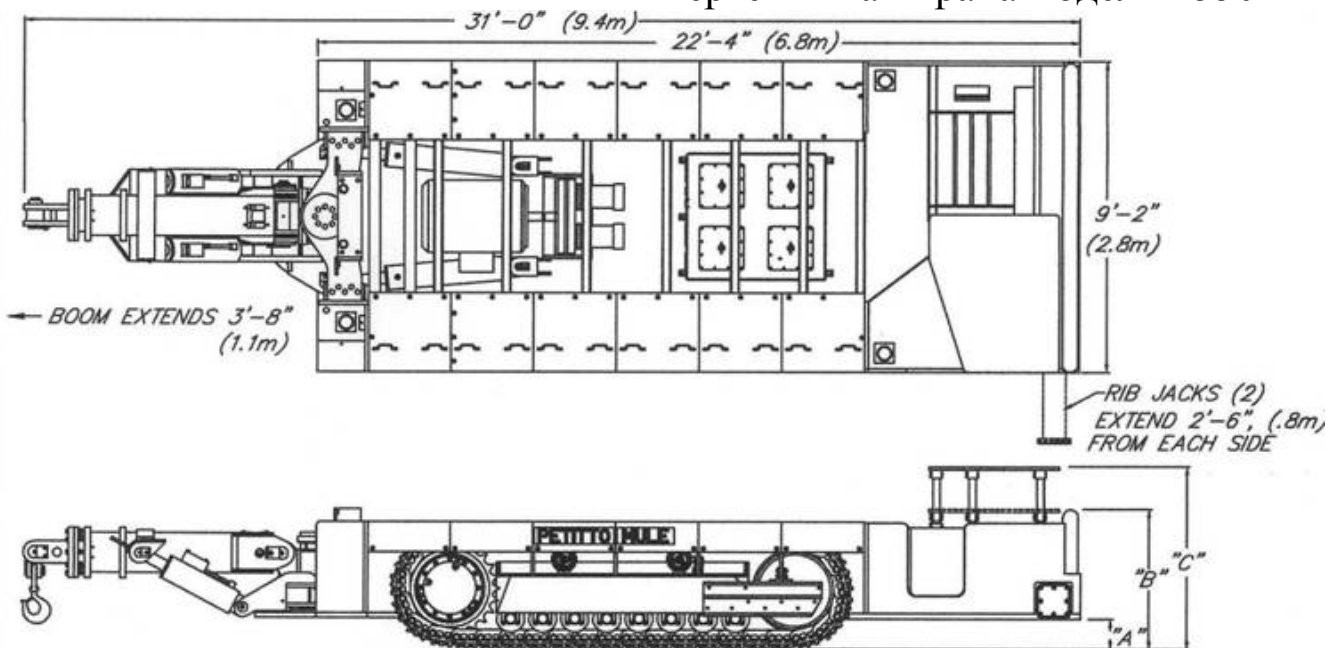
Масса секции крепи, т.		Длина транспортирования к месту установки, м.		Угол наклона выработки, град.	
шифр	значение	шифр	значение	шифр	значение
01	10,0	01	500	01	3
02	12,0	02	600	02	5
03	14,0	03	700	03	7
04	16,0	04	800	04	9
05	20,0	05	900	05	10
05	22,0	05	1000	06	12
07	24,0	07	1100	07	14
08	26,0	08	1200	08	16
09	28,0	09	1300	09	18
10	30,0	10	1400	10	20
11	32,0	11	1500	11	22
12	34,0	12	1600	12	24
13	36,0	13	1700	13	26
14	38,0	14	1800	14	28
15	40,0	15	1900	15	30

6. Вопросы для самоконтроля знаний

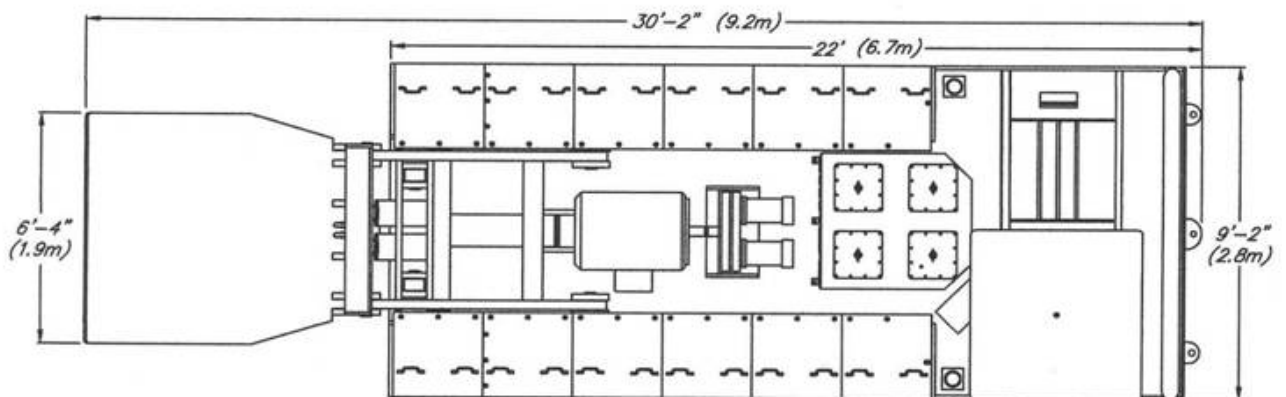
1. Какие существуют модификации тягачей на гусеничном ходу?
2. Функциональное назначение каждой модификации тягача?
3. На что следует обратить внимание при подготовке тягач-крана к работе?
4. Что не допустимо при работе тягач-крана?
5. Нарисуйте расчетную схему тягач-крана, транспортирующего секцию крепи.

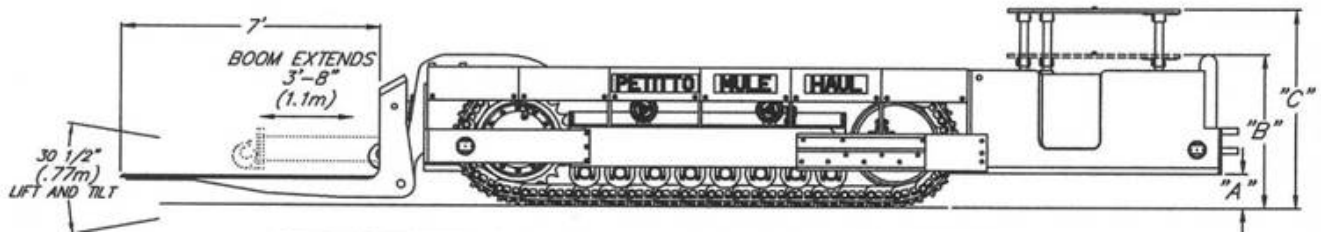
6. Нарисуйте расчетную схему тягача с платформой, транспортирующего секцию крепи.
7. Нарисуйте расчетную схему тягач-транспортера, транспортирующего секцию крепи.
8. Назовите действующие силы сопротивления движению тягача на гусеничном ходу.
9. Как проверить возможность применения тягача в конкретных условиях?
10. Какой параметр необходимо рассчитать, чтобы определить время цикла транспортирования одной секции крепи?

Приложение 1
Чертеж тягач-крана модели 1550

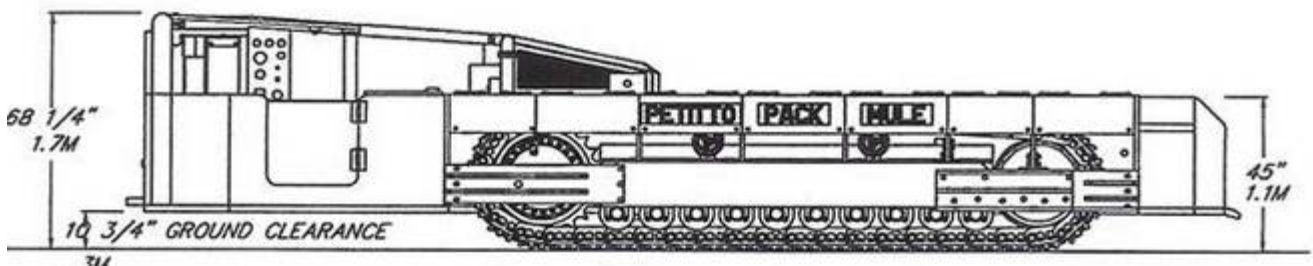
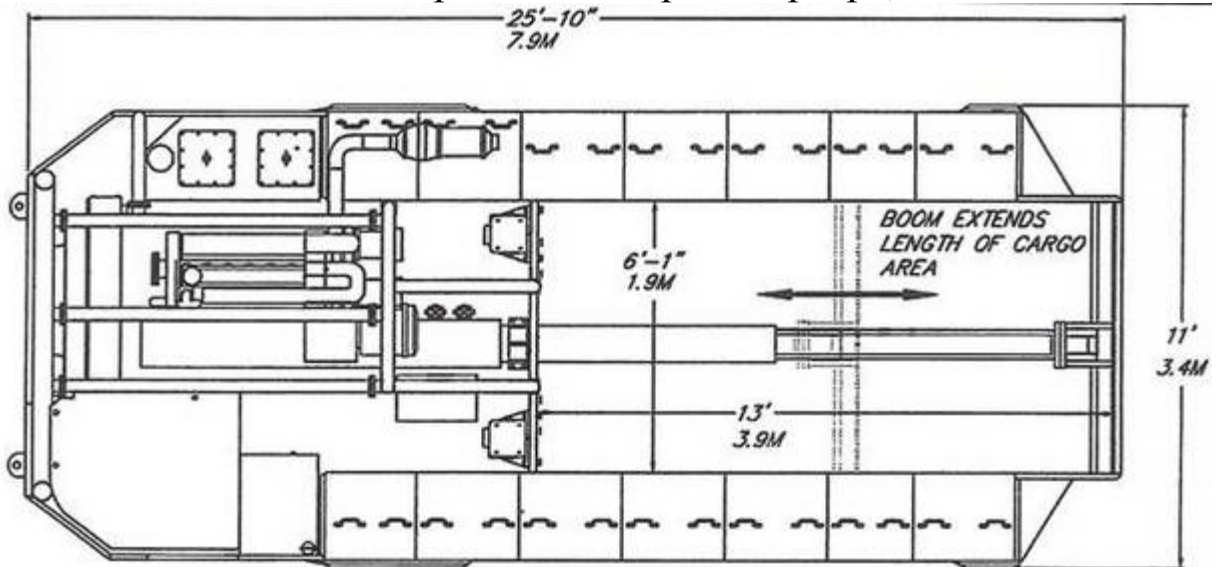


Приложение 2
Чертеж тягача с платформой, модель 3050





Приложение 3
Чертеж тягач-транспортера, модель 4070



Список рекомендуемой литературы

1. Новая техника для бригады-рекордсмена Владимира Ивановича Мельника// Уголь. – 2008.-№2.- С.7.
2. Демченко А.Г. Перемонтажи лавных комплексов в России стали быстрее и безопаснее// Уголь. – 2012.-№3.- С. 30-32.
3. www.petittomule.com
4. Дроздова Л.Г. Одноковшовые экскаваторы: конструкции, монтаж и ремонт: учебное пособие/Л.Г. Дроздова, О.А. Курбатова. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007 – 235 с.

Составитель
Вадим Максимович Юрченко

ПОДЗЕМНЫЕ САМОХОДНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ

Тягачи на гусеничном ходу для демонтажа (монтажа) механизированных комплексов

Методические указания к лабораторной работе
по дисциплине «Транспортные машины»
для студентов специальности 130400.65 «Горное дело»
специализации 130409.65 «Горные машины и оборудование»
всех форм обучения

Рецензент Н. Р. Масленников

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 19.03.2013. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,5.
Тираж 162 экз. Заказ
КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Типография КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.