

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО – ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ЯМИНОВ Жахонгир Шухратович
«ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ ЗУБЬЕВ ДЛЯ ОТВАЛА, БУЛЬДОЗЕРА
ДЗ-110 ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТОВ III-IV КАТЕГОРИИ»

5A521107- «Методика преподавания специальных дисциплин»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание академической степени магистра

Одобрено на заседании кафедры

Начальник отдела магистратура:

« ____ » _____ 2010 г

_____ доц. К.Ш. Зиядуллаев

зав. каф. «СДМ»

« ____ » _____ 2010 г.

_____ проф. Шукуров Р.У.

Научный руководитель:

_____ доц. Алимов Б.Ж.

« ____ » _____ 2010 г.

Ташкент - 2010 г.

Содержание

Введение.....	3
Глава I Состояние вопроса. Цели и задачи исследования.....	7
1.0. Обзор и анализа конструкции бульдозерных рабочих органов.....	7
1.1 .Требования к рабочим органам бульдозерных оборудований.....	23
1.2. Обзор уравнений сопротивления копания бульдозерными отвалами различных конструкций.....	29
1.3. Основные расчетные положения показателя эффективности отвала с зубьями.....	32
1.4. Гипотетический расчетный анализ копания грунта бульдозерными отвалами с различными длинами зубьев.....	38
Выводы по главе I.....	44
Глава II Экспериментальные исследования взаимодействия ножей отвалов с зубьями с грунтом.....	45
2.1. Методика проведения экспериментов на моделях.....	45
2.2 Результаты эксперимента.....	49
Выводы по главе II.....	53
Глава III Совершенствование методики преподавания курса «СДМ».....	54
3.1. Совершенствование методики проведения теоретических занятий (на примере лекции по теме: «Бульдозеры»).....	54
3.2. Совершенствование проведения практических занятий (на примере проведения лабораторной по теме «Бульдозеры»).....	67
Выводы по главе III.....	78
Выводы и рекомендации.....	78
Литература.....	80
Приложение	

Разрешение.

Тема диссертации: «Определение геометрии зубьев для отвала, бульдозера ДЗ-110 для разработки грунтов III-IV категории»

Я, Яминов Жахонгир Шухратович, разрешаю библиотеки Ташкентского Автомобильно-Дорожного Института производить выкопировки моей магистерской диссертации в целом или ее отдельных разделов в установленном ректором ТАДИ порядке.

В случае если материалы моей диссертации будут использоваться для коммерческих целей или для получения прибыли необходимо получение дополнительного разрешения для чего прошу поставить меня в известность по адресу: г. Ташкент, ул. О. Шарофутдинов 52.

E-mail: jahon-gir@mail.ru

Тел: +998973351727

Введение

Расширение сети автомобильных дорог с твердым покрытием, реконструкция и совершенствование существующих магистралей, увеличение объемов промышленного и гражданского строительства, повышение эффективности использования техники - это проблемы, имеющие огромное народнохозяйственное значение для нашей страны. В дорожных, строительных организациях, управлениях механизации сосредоточено большое количество машин, отличающихся по назначению, производительности, уровню надежности. Машинный парк эксплуатационных организаций пополняется современной высокопроизводительной, энергонасыщенной техникой, оснащенной системами автоматического управления, гидравлическими, пневматическими и электрическими системами привода рабочего оборудования. Эффективная эксплуатация машин возможна только при условии проведения качественного технического обслуживания, восстановления вышедших из строя элементов и модернизации конструкций. Характерными особенностями производственно-технической базы предприятий по эксплуатации техники являются: высокая капиталоемкость, большая номенклатура необходимого технологического оборудования, значительные сроки службы станочного парка и гаражного оборудования. Огромная номенклатура и разномарочность машин, разнообразие и сложность условий их эксплуатации, относительно высокая доля ручного труда при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту - все это предъявляет особые требования к квалификации персонала и системе организации труда работающих. Значение вопросов совершенствования производственно-технической базы, проектирования и реконструкции эксплуатационных предприятий в настоящее время резко возрастает в связи с повышением требований к охране природы, поскольку дорожно-строительные и коммунальные машины, а также технологическое оборудование предприятий являются серьезными источниками загрязнения окружающей среды. Переход предприятий по эксплуатации дорожно-строительной,

подъемно-транспортной и коммунальной техники на новые экономические методы хозяйствования и прогрессивные формы организации труда работающих также предъявляет новые требования к организации производственно-технической базы и вызывает необходимость реконструкции зон хранения, обслуживания, ремонта машин, складских помещений и административных корпусов.

Коренная организационная и техническая реконструкция народного хозяйства неминуемо ведёт к интенсификации использования строительной, дорожной, подъемно-транспортной и коммунальной техники. В сложившихся сложных условиях развития отечественного машиностроения формируется тенденция увеличения потребности техники в ремонтных воздействиях, что в сочетании с замедлением темпов развития системы технического и сервисного обслуживания, ремонта машин вызывает существенное повышение потерь всех видов ресурсов. В связи с этим особое внимание уделяется методам восстановления деталей, технологии ремонта машин. Современные рыночные отношения между производителем и потребителем техники вызвали необходимость формирования новой концепции обеспечения качества и эффективности использования машин в условиях ограничения минимума затрат на обеспечение ресурса, запланированного заводом-изготовителем. Интенсивное поступление в Узбекистан в последние годы импортной техники также вынуждает пересмотреть ранее сложившиеся подходы к организации и технологии эксплуатации и ремонта машин. Новые материалы (синтетические, полимерные, композиционные), постоянно совершенствующееся диагностическое и технологическое оборудование обеспечивают возможности постоянного развития существующих и разработки новых методов контроля состояния и восстановления работоспособности, долговечности, надежности машин.

Вопросы реализации широкомасштабной программы по строительству и реконструкции Узбекской национальной автомагистрали. Осуществление активной инвестиционной политики по реализации стратегически значимых

проектов направленных на модернизацию, техническое и технологическое обновление ведущих базовых отраслей, развитие мощной современной сети транспортных и инфраструктурных коммуникаций.

Ключевым приоритетом реализации Антикризисной программы стало привлечение инвестиции прежде всего за счет мобилизации внутренних источников, на осуществление ускоренной модернизации технического и технологического перевооружения важнейших отраслей экономики, опережающее развитие транспортных коммуникаций и строительства.

Актуальность работы. При рыночных отношениях обостряется конкуренция за сбыт техники, как между отечественными, так и зарубежными производителями. В этих условиях большое значение имеют разработки и внедрения, новых высоко эффективных землеройных машин. Исследования и разработка машин для землеройных работ предлагают: синтез системы машин выражающийся в выборе структуры и значений основных параметров землеройных машин исходя из заданных свойств конструкций и условий их эксплуатации, анализ системы, заключающийся в изучении ее свойств в зависимости от основных параметров и структуры землеройной машины. Одним из основных средств производства земляных работ с последующей транспортировкой грунта в отвал, находящихся большое применение в строительстве являются бульдозеры. Бульдозеры благодаря своей универсальности широко распространены в строительстве. Они могут работать самостоятельной машины при выполнении различных земляных работ, так и в составе комплекса машин. Широкое и эффективное использование бульдозеров объясняется простотой конструкции высокой производительностью при небольших (100 м) дальностях транспортирования грунта низкой себестоимостью выполнения работ, высокой маневренностью. К сожалению, потенциальные возможности бульдозеров используются далеко не полностью из-за не приспособляемостью конструкции машин к работе в различных природно-климатических и производственных условиях.

Наличие значительного количество бульдозеров находящихся в

настоящего время в эксплуатации обуславливает необходимость дальнейшего усовершенствования рабочего процесса на границах традиционной схемы, при которой изменения в конструкции рабочего оборудования могут быть осуществлены в условиях эксплуатации. Для сохранения универсальности бульдозеров и расширения области их эффективного применения, совершенствование рабочего органа осуществлялось путем установки на традиционный отвал зубьев к плоским ножом. Такая конструкция позволяет удерживающую способность рабочего оборудования, уменьшить удельное сопротивление копанию за счет совместного резания грунта ножом любого отвала и разрушения грунтовой породы зубьями, что позволяет снижение энергозатрат. Однако, в настоящее время вопросы взаимодействия бульдозерного отвала с зубьями со средой недостаточно изучены, практически отсутствуют рекомендации по выбору конструкции и определения области эффективного применения.

Поэтому диссертационная работа на наш взгляд является особо актуальной в обосновании рациональных параметров и оценки эффективности применения бульдозерного оборудования с зубьями.

Цель работы: Определить геометрии зубьев для отвала, бульдозера ДЗ-110 для разработки грунтов III-IV категории.

Объектом исследования является бульдозеры, работающие с грунтами III-IV категории.

Предмет исследования: зубы отвала, используемые для работы бульдозеров.

ГЛАВА I Состояние вопроса. Цели задачи исследования

1. Обзор и анализ конструкции бульдозерных рабочих органов.

Назначение и классификация бульдозеров

Бульдозер — землеройно-транспортная машина, состоящая из базового тягача и бульдозерного (навесного) оборудования, предназначенная для резания и перемещения грунта и планировки разрабатываемой поверхности.

Бульдозеры как навесное оборудование на тракторы, тягачи и другие базовые машины широко распространены, что объясняется простотой их конструкции, высокой производительностью, возможностью их использования в самых разнообразных грунтовых и климатических условиях и относительно низкой себестоимостью выполненных работ. Они применяются в дорожном, железнодорожном, горнорудном, мелиоративном и ирригационном строительстве.

Для большинства современных гусеничных бульдозеров экономически выгодная дальность перемещений в настоящее время не превышает 60—80 м, колесных 100—150 м [1].

Бульдозеры классифицируются по следующим признакам:

- назначению;
- масса базового трактора;
- мощности двигателя;
- силе тяги базовой машины;
- типу движителя;
- отдельным конструктивным признакам;
- системе управления рабочим органом и др.

По назначению бульдозеры делятся на бульдозеры общего назначения, приспособленные для выполнения разнообразных землеройно-планировочных и строительных работ в различных грунтовых условиях, и на

бульдозеры специального назначения, которые предназначаются для выполнения определенных видов работ (например, для прокладки дорог, чистки снега, сгребания торфа и т. д.).

По мощности двигателей базовых машин современные бульдозеры можно условно разделить на пять групп (таблица. 1).

Классификация бульдозеров по номинальному тяговому усилию представлено в таблице. 1.

По типу движителя базовой машины бульдозеры разделяются на гусеничные и колесные. Колесные бульдозеры создаются на базе колесных тракторов, колесных тягачей, автомобилей и специализированных самоходных машин (автогрейдеров и др.).[2]

Таблица 1

Типы	Н в кВт (л.с)	Тн в Т
Малогабаритные	До 15 (20)	До 2,5
Легкие	15,5-60(21-80)	2,6-7,5
Средние	60-108(81 -147)	8,0-14,5
Тяжелые	110-220(150-300)	15,0-30,0
Сверхтяжелые	Больше 220 (больше 300)	Больше 30

По размещению рабочего органа бульдозерного оборудования на базовой машине, различают бульдозеры с передним и задним расположением отвала.

По типу механизма управления бульдозеры разделяются на бульдозеры с гидравлическим и канатно - блочным управлением.

В бульдозерах с гидравлическим управлением отвал внедряется в грунт принудительно в результате усилий развиваемых гидросистемой. Эти усилия могут достичь до 40% и более от общего веса трактора. При гидравлическом управлении отвалу могут быть заданы четыре положения: подъем,

принудительное опускание, плавающее положение, фиксированное положение.

Различают: бульдозеры с неповоротным отвалом, т.е. бульдозерный отвал который имеет неизменное положение в плане перпендикулярной к продольной оси машины; бульдозер с поворотным отвалом, т.е. бульдозер, у которого можно изменять положение отвала в плане.

На универсальной раме бульдозера вместо отвала могут устанавливаться оборудование кустореза, корчевателя-собираателя или снегоочистителя.

Основные параметры бульдозеров.

За главный параметр бульдозеров принимается номинальное тяговое усилие трактора или тягача. [3]

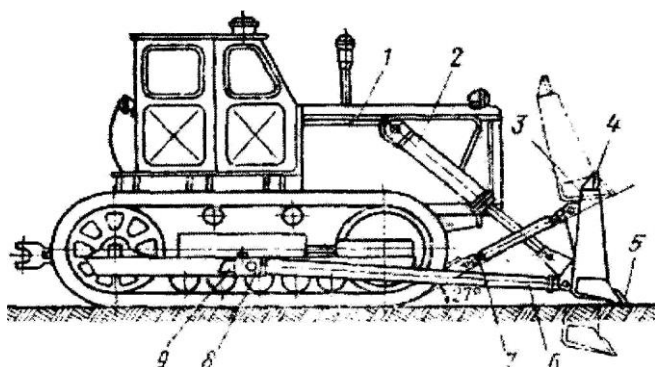


Рис. 1.1. Конструктивная схема бульдозера с неповоротным отвалом:
1 - базовая машина; 2 - гидроцилиндры; 3 - отвал; 4 - козырек; 5 - нож; 6 - толкающие брусья; 7 - подкосы; 8 - упряжные шарниры; 9 - ползуны и толкатели.

Как основные параметры бульдозеров приняты:

- эксплуатационный вес бульдозера;
- скорости рабочего и обратного хода;
- среднее удельное давление ходовой части на грунт и смещение центра давления;
- удельное горизонтальное усилие и вертикальное давление на режущей кромке ножа, определяющее возможность разработки бульдозером грунтов с различным сопротивлением резанию.

Для выполнения подготовительных работ на раму бульдозера

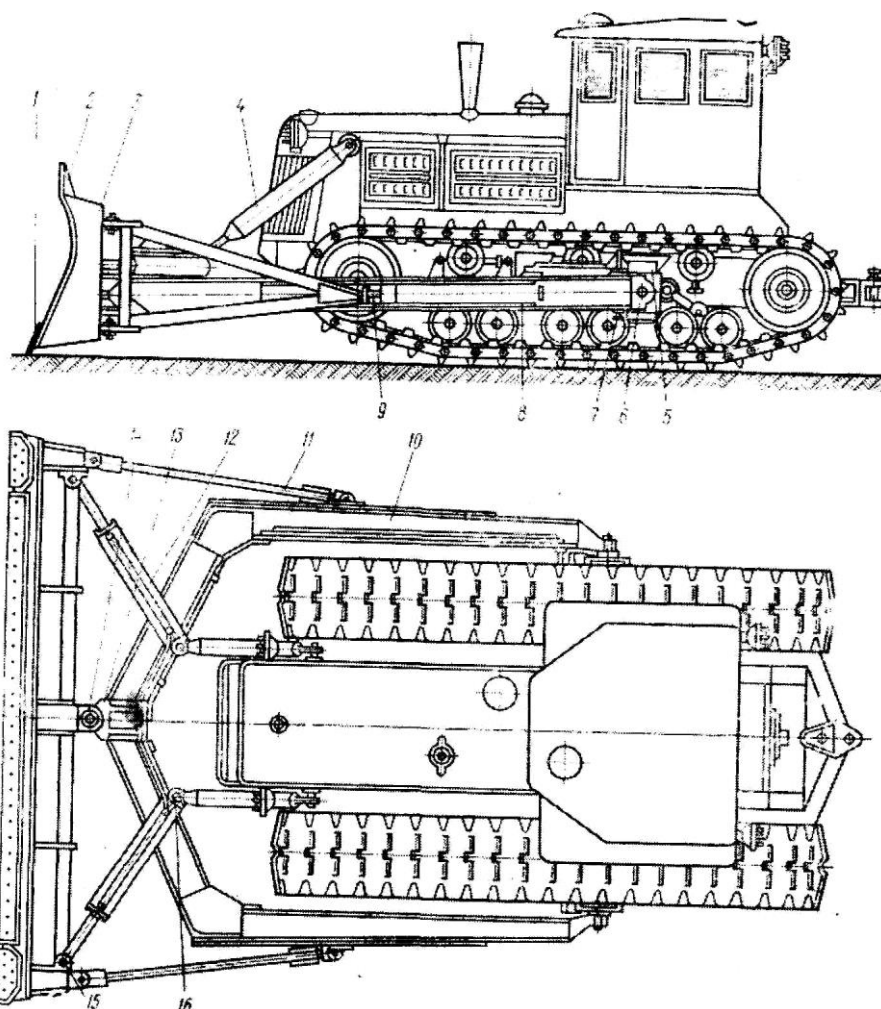


Рис. 1.2. Бульдозер с неповоротным отвалом (вид сбоку и сверху):

1 — ножи; 2 — козырек; 3 — отвал; 4 — гидроцилиндры подъема и опускания отвала; 5 — направляющие ползуны опорных пальцев; 6 — опорный шарнир; 7 — гидроцилиндры перекоса отвала; 8 — направляющие ползун толкателей; 9 — ползун; 10 — универсальная рама; 11 — толкатель; 12 — гидроцилиндр поворота отвала в плане; 13 — наголовник; 14 — штырь; 15, 16 — проушины.

навешивают дополнительные виды рабочего оборудования: кусторезы, корчеватели, собиратели и др. Бульдозеры нередко выпускают в комплекте с рыхлителями и канавокопателями, навешиваемыми сзади машины.

Бульдозер послойно срезает грунт и одновременно перемещает его волоком по поверхности земли к месту укладки.

Бульдозеры применяют для возведения насыпей из грунтов боковых резервов, разработки выемок, грубого планирования поверхностей земляных сооружений, для засыпки рвов, траншей, а также, для подготовительных

работ— валки отдельных деревьев, срезки кустарника, корчевания отдельных пней и камней. Бульдозеры используют также для распределения грунтовых отвалов при работе экскаваторов и землевозов, образования штабелей сыпучих материалов (песка, щебня) и их подачи к перерабатывающим агрегатам, для снегоочистки, формирования террас на склонах, производства вскрышных работ в карьерах.

На базе гусеничных тракторов также серийно выпускают бульдозеры с поворотным универсальным отвалом. У бульдозера этого типа вместо толкающих брусьев установлена арочная рама, к вершине которой шарнирно присоединен отвал (рис. 1.2).

Края отвала удерживают толкатели, соединенные ползунами с боковыми направляющими рамы. Последняя соединена с кронштейнами рамы трактора. В плане отвал поворачивают гидроцилиндрами. Ползуны толкателей при этом изменяют своё положение на направляющих рамы и фиксируются закладными штырями. Задние проушины толкателей можно переставлять по высоте относительно ползунов, изменяя, таким образом, угол резания. Опуская проушину одного толкателя и поднимая проушину другого, можно произвести поперечный перекоп отвала.

Управляют отвалом с помощью рукоятки гидрораспределителя. Движением «от себя» отвал опускают и ставят в плавающее положение, движением «на себя» поднимают его, движением вправо — правый перекоп, влево — левый.

Основными параметрами отвала бульдозера (рис. 1.3.) являются:

- ширина отвала B ;
- высота отвала H ;
- угол резания α , который находится в пределах $40 - 75^\circ$;
- угол опрокидывания $\beta = 30 - 80^\circ$;
- задний угол γ ;
- угол наклона $\epsilon_0 = 70 - 90^\circ$;

- угол установки козырька β ;
- радиус кривизны отвальной поверхности R ;
- высота отвала с козырьком B_k ;
- длина прямой части отвальной поверхности a ;

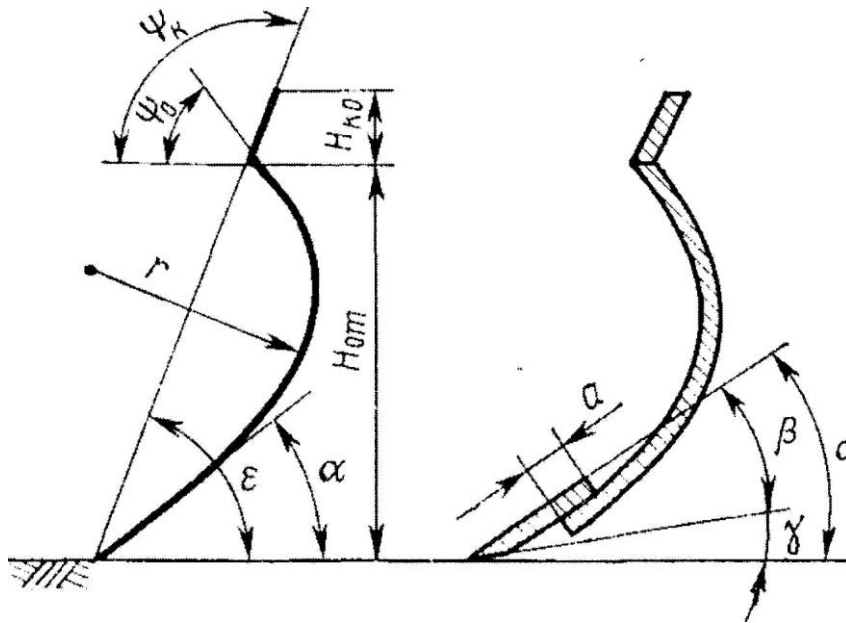


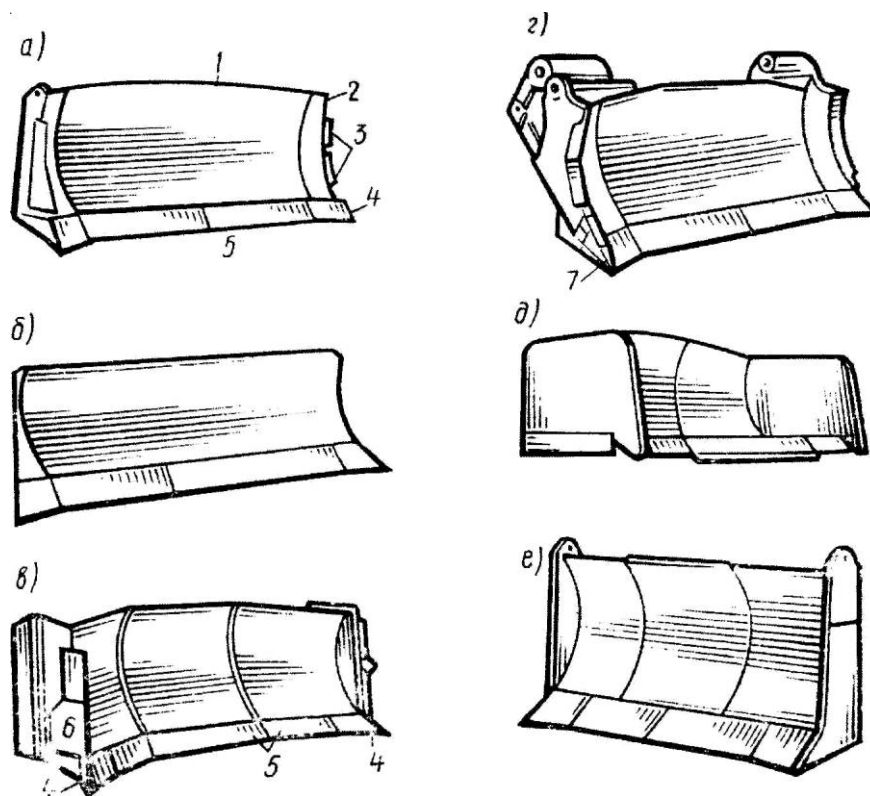
Рис. 1.3. основные параметры отвала бульдозера.

Основные виды рабочих органов бульдозеров

В зависимости от условий работы применяют различные отвалы бульдозеров. Повышение эффективности бульдозерного оборудования в основном достигается улучшением накопительной и удерживающей не рассыпая по бокам способности рабочего органа при обеспечении снижения сил сопротивления грунта копания и перемещению. Приоритетным направлениями развития конструкции является совершенствование формы отвалов и ножей позволяющих уменьшить составляющих сопротивления копанию и расширение области их применения.

Прямой отвал - имеются прямая образующая, небольшие изогнутые боковые щитки и ножи для уменьшения износа щитков. Ножи отвала смещены вперед чем сменные угловые ножи. Такими отвалами разрабатывают крепкие грунты.

Прямой отвал может легко перемещать тяжелые материалы, удобен благодаря маневренности и может легко взаимодействовать различными материалами.



Универсальные отвалы - используется для планировочных работ в грунтах с нарушенной структурой. Эффективно используется при перемещении больших масс материалов на значительные расстояния. Данный отвал имеет меньший показатель по удельной мощности кВт/м по сравнению, с другими типами отвалов, но широко применяется в коммунальном хозяйстве.

В настоящее время все больше распространяются отвалы сферического и полусферического типов, с которыми оснащаются бульдозеры многих ведущих зарубежных компаний в качестве основного оборудования.

Сферический и полу сферический отвалы - применяют для разработки грунтов малой и средней крепости. Изогнутая в плане форма отвала предусмотрена для косога резания грунтов, при котором уменьшается сопротивление резанию и длину отвала можно увеличить на 10 - 12 % [4] длину отвала. За счет выступающих вперед концов отвала объем перемещаемого



Рис. 1.5. Основные направления интенсификации рабочего процесса бульдозеров традиционными методами

фунта увеличивается на 20 - 25 % [5], по сравнению с прямым отвалом.

Отвал с рыхлящими боковыми зубьями - используется для разработки

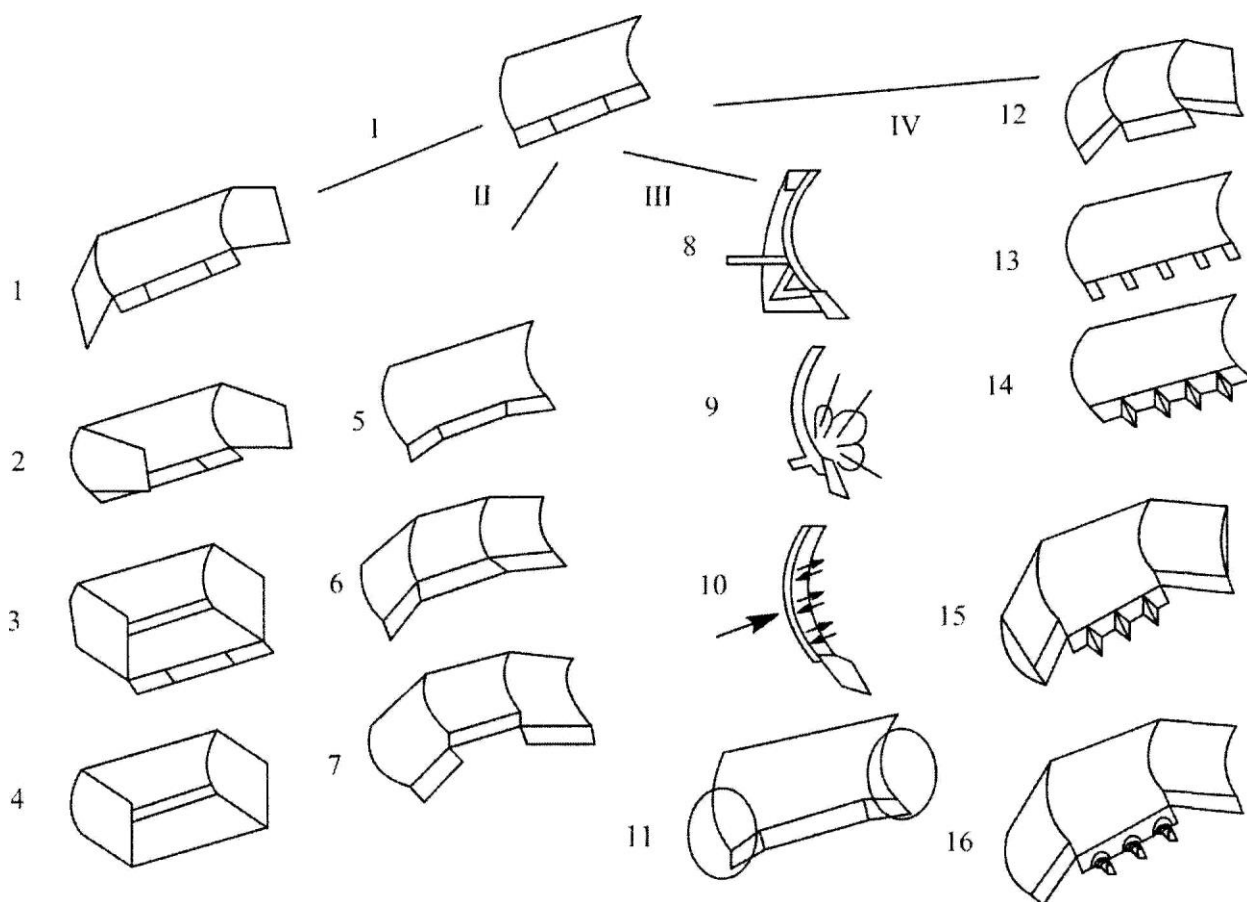


Рис. 1.6 Различные виды отвалов наиболее распространенные в зарубежных и отечественных фирмах

крепких каменных грунтов бульдозерами большой мощности. Зубья выдвигаются под ножи гидроцилиндрами на 20 - 30 см [6]. Производительность при перемещении связанных материалов (грунтов), невысокое.

Совковый отвал - имеет боковые щитки, снижающие потери грунта при перемещении и выступающую вперед часть ножа для лучшего врезания в грунт. Отвал применяется для разработки малосвязанных грунтов, в случае их перемещения на большие расстояния, а также обладает высокой вместимостью за счет боковых щитков.

Короткие прямые отвалы - снабжают амортизаторами, предназначают для бульдозеров - толкателей, толкающих при работе землеройно - транспортные машины для получения большего тягового усилия; толкающие брусья таких отвалов устанавливают с внутренней стороны гусеничных тележек.

Кроме указанных типов отвалов внедряют в производство дополнительные виды сменного рабочего оборудования для отделки откосов насыпей, рыхления грунта, удаления кустарника и др. Использование таких оборудований значительно повышают универсальность бульдозеров.

В рис. 1.6. приведены различные виды отвалов наиболее распространенные в зарубежных и отечественных фирмах.

- 1 - Для копания сыпучих и лессовых грунтов с ущирителями;
- 2- С боковыми стенками;
- 3- С боковыми стенками и вынесенным вперед ножом;
- 4- С боковыми стенками и вынесенными вперед активным шнеком;
- 5- С крайними косыми ножами;
- 6- Совковый отвал с боковыми косыми ножами;
- 7- Совковый отвал с вертикально перемешавшейся средней секцией;
- 8- С газовой или жидкостной смазкой лобовой поверхности отвала;
- 9- Использующие микровзрывы;
- 10- С вибрирующей лобовой поверхностью
- 11 - С боковыми дисковыми ножами;
- 12- С выступающей средней секцией с ножом;
- 13- С зубьями на ножах;
- 14- С двухскосными полуклинами по ножах;
- 15- С двухскосными полуклинами на средней выступающей секции;
- 16- С активными молотами на средней секции:

Прямые **бульдозерные отвалы** - регулируемый угол продольного наклона обеспечивает регулируемое заглубление отвала в грунт

• **Отвал с регулируемыми углами поворота и перекоса (VPAT) [7]-** имеются в наличии для моделей D3C серия III 04Cсерин 111 ГЭ5CсеринIII D5M и D6M Отвал обеспечивает ручную регулировку угла наклона вперед

для улучшения и его заглабления и назад для увеличения производительности и облегчения профилирования

- **Отвал с изменяемым углом поворота и перекоса (РАТ) [8]** - поставляется по заказу для модели D6R. Расширяет возможности окончательных планировочных работ рытья канав V-образного профиля обваловывания бульдозерных работ средней тяжести и тяжелые бульдозерных работ

с влажным материалом тинной песком и другими необразивными материалами. Не предназначен для расчистки территорий

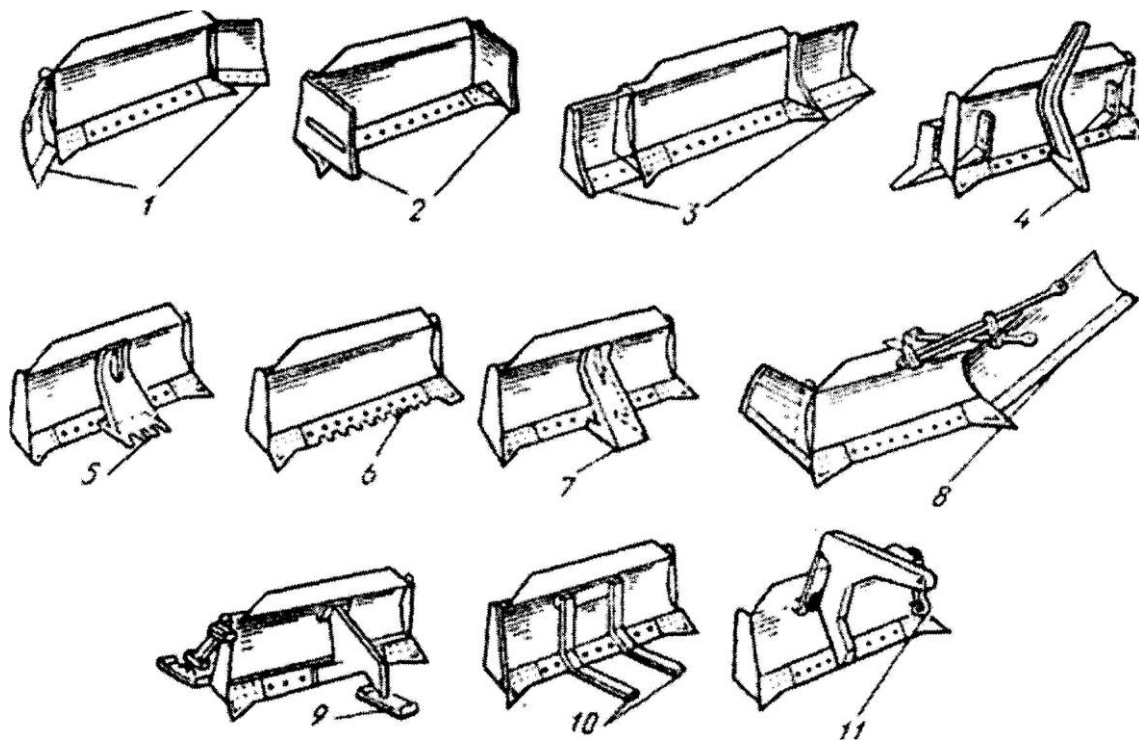


Рис. 1.7. Дополнительное оборудование бульдозеров:

1-ущирители, 2-открывки, 3-удлинители, 4-рыхлительный зуб, 5-кирковщик, 6-гребенчатые ножи, 7-канавная наставка, 8-откосник, 9-опорная льяка, 10-грузовые вилы, 11-грузоподъемный крюк.

- **Поворотные бульдозерные отвалы** - поворот [9] вправо или влево на 25° толкающая рама позволяет устанавливать другие орудия

- **Универсальные бульдозерные отвалы** - боковые косынки установленных под углом 25° обеспечивают повышенную вместимость и уменьшение потерь грунта при перемещении

- **Полууниверсальные бульдозерные отвалы -**

сочетают присущую прямым отвалам способность к заглублению с повышенной вместимостью, обеспечиваемой за счет коротких боковых косынок под углом 35°

- **Отвалы колесных бульдозеров** имеют прямую конструкцию с гидравлическим управлением перекоса и наклона.

- **Коробчатое сечение отвалов обеспечивает жесткость и прочность**

- Режущие кромки термообработаны и могут переставляться для обеспечения высокой долговечности.

Кроме перечисленных видов отвала также существует другие вид рабочих органов.

В связи с вышеперечисленным, а также необходимостью хранения съёмных зубьев, неудобством в эксплуатации, связанным с ручной установкой и регулировкой их, в настоящее время они не получили широкого распространения.

Исследованиями А.Н.Зеленина выявлено, что базовые машины 'бульдозеров при существующих размерах бульдозерного оборудования не используют своих тяговых возможностей на 40-50 % [10]. Резервную мощность целесообразней использовать на увеличение призма волочения, так как производительность бульдозера в значительной мере определяется объёмом призмы волочения. С целью повышения накопительной способности отвала в настоящее время рекомендуется применение различных уширителей, удлинителей, открылков, отвалов сферического и ящичного типов и отвалов с двухножевой системой копания.

Из всех видов дополнительных элементов наибольшее распространение получили уширители. Известны конструкции уширителей с жёстким и шарнирным креплением. Установка уширителей при разработке лёгких грунтов и сыпучих материалов позволяет повысить производительность в

среднем на 28-50 % [11]. Недостатком, сдерживающим, применение уширителей с жёстким креплением, является снижение универсальность. 1 бульдозера, а уширители управляемого типа, устанавливаемые на 0,15 - 0,2 м выше уровня режущей кромки отвала, не участвуют в процессе резания грунта и не полностью устраняют потери

В СНГ и за рубежом разработаны конструкции открылков управляемого и неуправляемого типов, устанавливаемые на отвал бульдозера. Применение открылков ограничивается тем, что при разработке влажных грунтов происходит залипание открылков грунтом, что увеличивает энергоёмкость копания, разработка же прочных и скально-разборных грунтов приводит к быстрому выходу их из строя.

При разработке лёгких грунтов и сыпучих материалов, также находят применение удлинители различных конструкций. Применение удлинителей способствует увеличению длины отвала, не оказывал существенного влияния на накопительную и удерживающую способности отвала. Этим обусловлена относительно низкая эффективность удлинителей и их ограниченное использование.

Отвалы сферического типа производят такие зарубежные фирмы, как: Komatsu "(Япония), "Katerpillar Tractor" (США), "Fiat-Allis" (Италия). Техническая производительность при работе с таким оборудованием повышается в среднем на 30-40 % при разработке талых и мерзлых, взрыхленных буровзрывным способом грунтов, по сравнению с традиционным отвалом за счёт снижения потерь грунта и увеличения объёма призмы волочения [12]. С увеличением объёмов работ и дальности перемещения грунта на строительных объектах эффективность отвалов сферического типа возрастает. Эксплуатация отвалов сферического типа при разработке талых грунтов и мерзлых пород, взрыхленных буровзрывным способом, показала, что эксплуатационная производительность снижается в среднем на 10-30 % из-за снижения

эксплуатационной надёжности. Причиной снижения эксплуатационной надёжности является перегрузка и выход из строя элементов гусеничных тележек базовых тракторов.

Фирма "Balderson" (США) изготавливает отвалы ящичного типа, применение которых позволяет снизить энергоёмкость копания грунта и повышает производительность при разработке слабых грунтов и сыпучих, материалов в среднем на 30-60 % за счет выноса участка резания грунта из-под зоны призмобразования [13].

При использовании двух ножевого рабочего органа отвал бульдозера снабжают двумя режущими элементами, один из которых находится на отвальной поверхности, а другой, меньшей ширины, вынесен вперёд и установлен на том же уровне при помощи элементов крепления и открылков. Такая конструкция рабочего органа бульдозера позволяет разделить процесс копания грунта на операции резания и призмобразования.

Следует отметить, что бульдозеры с отвалом ящичного типа и двух ножевым рабочим органом не получили пока широкого распространения. Основной причиной этого является трудность обеспечения необходимой прочности конструкции и возможность их работы только на однородных, легко разрабатываемых грунтах без каменистых включений.

На 30-40 % при разработке талых и мерзлых, взрыхленных буровзрывным способом грунтов, по сравнению с традиционным отвалом за счёт снижения потерь грунта и увеличения объёма призмы волочения. С увеличением объёмов работ и дальности перемещения грунта на строительных объектах эффективность отвалов сферического типа возрастает. Эксплуатация отвалов сферического типа при разработке талых грунтов и мерзлых пород, взрыхленных буровзрывным способом, показала, что эксплуатационная производительность снижается в среднем на 10-30 % из-за снижения эксплуатационной надёжности. Причиной

снижения эксплуатационной надёжности является перегрузка и выход из строя элементов гусеничных тележек базовых тракторов.

Фирма "Balderson" (США) изготавливает отвалы ящичного типа, применение которых позволяет снизить энергоёмкость копания грунта и повышает производительность при разработке слабых грунтов и сыпучих материалов в среднем на 30-60 % за счет выноса участка резания грунта из-под зоны призмобразования.

При использовании двухножевого рабочего органа отвал бульдозера снабжают двумя режущими элементами, один из которых находится на отвальной поверхности, а другой, меньшей ширины, вынесен вперёд и установлен на том же уровне при помощи элементов крепления и открылков. Такая конструкция рабочего органа бульдозера позволяет разделить процесс копания грунта на операции резания и призмобразования.

Следует отметить, что бульдозеры с отвалом ящичного типа и двухножевым рабочим органом не получили пока широкого распространения. Основной причиной этого является трудность обеспечения необходимой прочности конструкции и возможность их работы только на однородных, легко разрабатываемых грунтах без каменистых включений.

Определенный эффект даёт применение на бульдозерах отвалов с гибкой отвальной поверхностью, форма поперечного сечения которых в процессе работы приспособляется к форме движущегося пласта грунта. Вырезанный пласт в каждом случае автоматически задает наиболее оптимальную форму для профиля отвала и продвигается вверх без образования застойных зон, что обеспечивает снижение сопротивлений подъёму пласта. Однако отвалы подобного исполнения наиболее сложны по конструкции.

Бульдозерное оборудование с изменяемым в процессе копания углом зависимости от режима работы и физико-механических свойств грунта углом

резания позволяет улучшить тягово-сцепные качества базовой машины за счет рационального изменения угла наклона результирующей усилия копания и снизить энергоёмкость копания. Основным недостатком подобного оборудования являются трудности, связанные с созданием надежно работающего механизма регулирования угла резания. Анализ деятельности 27 подразделений Министерств строительства и эксплуатации, автомобильных дорог Узбекистана и сельского строительства Узбекистана показал, что если принять за 100 % общий объём работ, выполняемый бульдозерами на колёсном ходу тягового класса 14-40 кН, то распределение его по видам работ располагается в следующем порядке:

- земляные работы 39%
- очистка территории от строительного мусора 22%
- разравнивание дорожно-строительных материалов 15%
- транспортные работы 9%
- погрузо-разгрузочные работы 5%

Эффективное выполнение вышеперечисленных работ, а также условия строительства в отдалённых районах требуют создания маневренных землеройно-транспортных машин, обладающих свойствами адаптации к внешним условиям и видам выполняемых работ. Эта тенденция определяется появлением бульдозерных отвалов, оборудованных челюстными захватами различных конструкций. По целевому назначению челюстные захваты к отвалу бульдозера можно подразделить на грузовые и универсальные захваты. Грузовые захваты предназначены только для захвата и транспортировки за пределы площадки .

Площадки различных негабаритов. При выполнении земляных работ грузовые захваты подняты в верхнее нерабочее положение.

1.1. Требования к рабочим органам бульдозерных оборудований

Величина отпускания отвала ниже опорной поверхности базовой машины должна быть, такой, чтобы угол между опорной поверхностью и линией, соединяющей кромку опущенного отвала с центром давления, был не менее 20° .

Рекомендуется высоту подъема отвала выбирать из расчета угла въезда, но не менее $20-30^\circ$ для бульдозеров с неповоротным отвалом и $20 - 25^\circ$ для бульдозеров с поворотным отвалом.

В процессе заглубления отвала при зарезании скорость перемещения его имеет наибольшее значение. Ее следует выбирать такой, чтобы зарезании производилось только режущей кромкой.

При проектировании отвала необходимо определять также параметры профиля поверхности отвала (табл. 1.1)[14]:

Таблица 1.1

Основные параметры поперечного профиля отвала бульдозера

Параметр	Отвал	
	неповоротный	поворотный
Угол резания δ в град	55	50—55
Угол наклона отвала ϵ в град . . .	75	75
Угол опрокидывания ψ в град . . .	70—75	60—75
Угол установки козырька ψ_1 в град	90—100	90—100
Задний угол α в град	30—35	30—35
Радиус цилиндрической поверхности отвала R	(0,8—0,9) H или по формулам (179) и (180) Равна ширине ножей	
Длина плоской части отвала a . . .		

длину прямолинейного участка a в нижней части поверхности отвала; радиус криволинейного участка R поверхности отвала; угол опрокидывания отвала Ψ ; высоту козырька $Я$, и угол его наклона ϵ угол наклона отвала.

От угла наклона отвала ϵ — угла между линией, соединяющей режущую кромку ножи и верхнюю кромку отвальной поверхности (без

учета козырька), и горизонталью (рис. 1.6, а) — в значительной степени зависит форма призмы волочения. При малом угле наклона грунт может пересыпаться через отвал, так как во многих случаях призма волочения бывает выше отвала. При большом угле ухудшаются условия движения грунта вверх по отвалу, увеличивается прилипание грунта и повышается энергоёмкость. Минимальная ширина отвала B выбирается так, чтобы отвал, повернутый на угол α , перекрывал габарит базовой машины по ширине и выступающие части толкающей рамы не менее чем на 100 мм с каждой стороны. При соблюдении этого требования возможна работа бульдозера траншейным способом и по одному следу. Ширина неповоротного отвала выбирается в 2,8—3 раза больше его высоты. Ширина поворотного отвала больше на 30—33% [15].

Для работы на легких грунтах и особенно на сыпучих длина отвала может увеличиваться за счет применения съемных уширителей, устанавливаемых под углом 15—30° к режущей кромки ножа.

Высота отвала H — расстояние по вертикали между режущей кромкой ножа и верхним краем отвальной поверхности при основном угле резания и горизонтальном положении опорных поверхностей базовой машины (рис. 96, а).

Высота отвала определяется силой тяги T_n и грунтовыми условиями, для которых предназначается проектируемый бульдозер.

Высота отвала может быть определена: для бульдозера с

$$H = 500 \sqrt[3]{T_n - 5T_n};$$

для бульдозера с поворотным отвалом

$$H = 450 \sqrt[3]{T_n - 5T_n},$$

где T_n — номинальная сила тяги бульдозера в Т. Сила T_n определяется путем построения тяговой характеристики тягача с неповоротным отвалом

навесным оборудованием. Высота отвала с козырьком H_n — расстояние по вертикали между режущей кромкой ножа и верхним краем козырька в середине при основном угле резания и горизонтальном положении опорных поверхностей базовой машины. Высота козырька H , (по вертикали) должна составлять 0,1-0,25 от высоты отвала H . При определении высоты отвала и козырька следует учесть необходимость хорошего обзора при подъеме отвала в транспортное положение.

Высота прямого участка α отвала обычно равна высоте ножа. Этот участок оказывает значительное влияние на формирование стружки.

Угол резания отвала δ (угол между плоскостью ножа и горизонталью), угол заострения ножа β (угол между плоскостью ножа и скошенной гранью) и задний угол отвала α (угол между .. соединяющей режущую кромку ножа с наиболее выступающей частью конструкции отвала внизу, с тыльной стороны, и горизонталью) связаны между собой зависимостью (рис. 1.6, б)

$$\delta = \alpha + \beta,$$

что необходимо учитывать при назначении величин этих углов и пределов их изменения. Угол резания оказывает большое влияние

на энергоемкость процесса резания, поскольку при уменьшении его значительно снижается сила сопротивления резанию. С учетом этих обстоятельств угол резания, измеренный в исходном положении бульдозера (при стоянке бульдозера на горизонтальной площадке с отвалом, опущенным до касания лезвия ножа с грунтом), рекомендуется принимать для неповоротного отвала $\delta = 55^\circ$ и для поворотного отвала — $\delta = 55^\circ$. При угле $\delta < 50^\circ$ угол заострения β получается таким, при котором прочность режущей кромки становится недостаточной.

Угол заострения β в значительной степени определяет характер изменения удельного давления ножа на грунт по мере износа его режущей кромки.

Задний угол α (рис. 1.6.) по условию работы бульдозера траншейным способом должен быть не меньше углов подъема и спуска.

т. е. углов, образуемых поверхностью земляного откоса с горизонтом.

Задний угол определяет в значительной мере конструкцию тыльной стороны отвала, элементы которой, в частности коробка жесткости, не должны входить в пределы этого угла.

Рекомендуется принимать задний угол $\alpha = 30-35^\circ$.

Угол захвата α выбирается исходя из требования смещения грунта поворотным отвалом в сторону. Практически установлено, что при углах захвата, больших $55-70^\circ$, грунт плохо сдвигается в сторону. Применение бульдозеров с поворотным отвалом при таких углах захвата целесообразно только на некоторых специфических работах: сооружении террас, разработке выемок на косогорах и т. д. При производстве работ, выполняемых путем непрерывного движения бульдозера вдоль фронта работ (при засыпке траншей, разравнивании валов и т. д.), когда требуется интенсивное перемещение грунта в сторону, угол захвата должен быть не больше $45-50^\circ$.

Возможность изменения угла зарезания ν (рис. 1.6, з) облегчает производство работ на косогорах, позволяет улучшить качество планировочных работ, а также обеспечивает разработку более тяжелых грунтов, поскольку при увеличении угла за резания облегчается заглубление отвала в грунт.

Рекомендуемый диапазон изменения угла за резания при наличии специального механизма для его регулирования составляет от 0 до $\pm(10-12^\circ)$, при отсутствии такого механизма до $\pm 5^\circ$.

К элементам профиля рабочей поверхности отвала относятся длина прямолинейного участка, a в нижней части отвала, радиус кривизны R криволинейной части поверхности и угол опрокидывания. Эти параметры вместе с высотой отвала H и углом резания δ в значительной степени влияют на процесс набора грунта, размеры и объем набираемой призмы волочения и энергоёмкость процесса копания и перемещения грунта.

При известных высоте отвала и угле резания форма профиля рабочей поверхности отвала полностью определяется параметрами a , R . Между этими параметрами имеется зависимость, вытекающая из схемы на рис. 1юб, a :

$$H = a \sin \delta + R (\cos \delta + \cos \psi).$$

Параметры a , R и ψ назначают исходя из следующих соображений.

Угол опрокидывания ψ должен выбираться таким образом, чтобы исключалась возможность пересыпания грунт отвал, которая может иметь место при завышенном угле. В то же время чрезмерное уменьшение угла опрокидывания ведет к увеличению залипания отвала и повышению энергоёмкости процесса копания. Исходя из этих соображений угол назначается в пределах 70—75 для неповоротных отвалом и 50—75 — для поворотных отвалом.

Радиус, кривизны поверхности отвала при заданных значениях остальных параметров находится из уравнения:

$$R = \frac{H - a \sin \delta}{\cos \delta + \cos \psi}.$$

При выбранных параметрах значение R приближенно получается равным $R = H$ для неповоротных отвалов и $R = 0,8 R$ для поворотных отвалов.

Радиус R кривой части отвальной поверхности, высота отвала H и углы резания δ , опрокидывания и наклона ϵ связаны между собой следующей зависимостью:

$$R = H \frac{\sin(\varepsilon - \delta)}{\sin \varepsilon \left[1 - \sin \left(\psi + \delta - \frac{\pi}{2} \right) \right]}$$

Параметры установки козырька: высота H , и угол наклона, При работе на плотных грунтах с нарушенной структурой рекомендуемые параметры отвала обеспечивают эффективный набор грунта и без установки козырька. Однако в некоторых случаях, в частности при работе на сухих и сыпучих грунтах, во избежание пересыпания грунта через отвал, отвалы бульдозеров должны снабжаться козырьками.

Таблица 1.2.

Уравнение регрессии для определения некоторых из основных параметров гусеничных бульдозеров с двигателем мощностью от 25 до 310 л. с.

Параметры	Уравнение
Тяговое усилие (номпальное) в $\kappa\Gamma$	$T_{\kappa} = (0,77 \div 1,23) (93,5N)$
Вес полный в $\kappa\Gamma$	$G = (0,77 \div 1,23) (110N)$
Вес рабочего оборудования в $\kappa\Gamma$	$G_{p.o} = (0,70 \div 1,30) (18,8N)$
Высота отвала в мм	$H = (0,81 \div 1,19) (201 \sqrt[3]{N})$
Наибольший подъем отвала в мм	$h_{n.o} = (0,79 \div 1,22) (208 \sqrt[3]{N})$
Скорость в км/ч:	
минимальная	$v_{\min} = 2 \div 2,75$
максимальная	$v_{\max} = 6,5 \div 11,5$
Максимальное опускание отвала в мм	$t_p = 150 \div 475$
Удельное давление гусениц на грунт в $\kappa\Gamma/\text{см}^2$	$p = 0,35 \div 0,63$

Козырек рекомендуется располагать вертикально или с некоторым наклоном назад, чтобы полностью исключить его влияние на залипание отвала. Высоту козырька принимают равной 100—200 мм для бульдозеров с силой тяги до 25 Т к 400—500 мм для бульдозеров с силой тяги 50 Т и более.

Козырек выполняется трапециевидальной формы, длина верхнего основания трапеции принимается на 200—300 мм больше ширины капота базовой машины, но не менее 0,5 ширины отвала.

1.2. Обзор уравнений сопротивления копанию бульдозерными отвалами различных конструкций.

Процесс резания оказывает существенное влияние на характер взаимодействия отвала с грунтом и форму поверхности отвала. В этом случае в формуле для определения P_{Kt} величину P_m устанавливают в соответствии с анализируемой формой поверхности скольжения. Характер изменения P_{Kt} для бульдозера в зависимости от формы отвала. Анализ графиков приводит к выводу, что минимальное сопротивление копанию в связных грунтах ($c_w \neq 0$) имеют отвалы с кривизной внизу, а также цилиндрические отвалы при $l/H > 1,15$ с углом резания $\alpha_p = 45^\circ$, где l — длина дуги; H — ее хорда. Это объясняется снижением сопротивления резанию с уменьшением угла резания.

Рассмотренные положения указывают на общность явлений, протекающих при взаимодействии рабочих органов ножевых, отвальных и ковшовых рабочих органов с грунтом. Как при работе бульдозера, так и при работе скрепера в общем процессе взаимодействия грунта с рабочим органом могут быть условно выделены три фазы: 1) отделения стружки от массива и формирования пласта; 2) движения пласта; 3) образования призмы перед рабочим органом или внутри ковша. Это открывает возможность рассчитывать основные параметры процесса копания на основе общей расчетной схемы единой методики.

Совместный анализ экспериментальных исследований механизма взаимодействия рабочих органов землеройных машин и классификационной матрицы, приведенной на рис. П. 1, и рассмотрение процесса как подсистемы «рабочий орган — грунт» позволяют систематизировать ее общие элементы (Таблица 3). Подсистемы «ножевидный или зубообразный рабочие органы-грунт» могут быть составлены из трех основных элементов: 1) лобовая поверхность; 2) лезвие; 3) правая и левая боковые грани.

Тип режущего органа	Схема процесса взаимодействия со средой	Элементы подсистемы „грунт-рабочий орган“	Составляющие сопротивляющая копанью
Зуб		1 Лобовая поверхность ножа 2 Лезвие ножа 3 Боковая грань ножа	1 Сопротивление лобовой поверхности ножа 2 Сопротивление внедрению лезвия
Отвалный		1 Лобовая поверхность ножа 2 Лезвие ножа 3 Боковая грань ножа 4 Поверхность сдвига по грунту 5 Сдвиг по металлу отвала 6 Призма грунта	3 Сопротивление от трения боковой грани ножа о грунт 4 Сопротивление от трения пласти о призму
Ковшовый		1 Лобовая поверхность ножа 2 Лезвие ножа 3 Боковая грань ножа 4 Поверхность сдвига по грунту 5 Сдвиг по боковой стенке ковша 6 Призма грунта	5 Сопротивление от трения пласти по металлу 6 Сопротивления призмы валочесию

По Баловному. В.И.

Составляющая сопротивления	Расчетная схема	Расчетные формулы	Объяснение переменных
Сопротивление лобовой поверхности ножа при отрывании грунта от массива		$P_{01} = (1 + \sigma_0 \gamma_p \cos^2 \alpha) A_1 B h \left(\frac{2\gamma}{2} + \gamma_m \cos^2 \alpha \left(1 - \frac{1}{A_2} \right) + P_{02} \right)$ $P_{02} = P_{01} / B h$	$\alpha > 8$ при $\alpha_p \leq \frac{1}{2} \arcsin \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} - \frac{1}{2}$ $A_1 = \frac{1 - \sin \alpha \cos 2\beta}{1 - \sin \alpha}$
Сопротивление внедрению лезвия при выдергивании грунта		$P_{03} = (1 + \sigma_0 \gamma_p \cos^2 \alpha) A_2 B h \left(\frac{2\gamma}{2} + \gamma_m \cos^2 \alpha \left(1 - \frac{1}{A_2} \right) + P_{04} \right)$	При α_p большие значения β являются $A_2 = \frac{1 - \sin \alpha}{\cos \beta}$ (при $\beta >$ $= 1 - \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta$) $= \exp(2\beta) - \epsilon - 4$ $= \exp \left(\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \right) \lg \gamma$
Сопротивление от сил трения боковой грани ножа о грунт		$P_{05} = \lg \gamma A_3 \left(\frac{h}{2} + \epsilon_m \cos^2 \alpha \left(1 - \frac{1}{A_2} \right) + P_{06} \right)$	$\epsilon = \frac{\lg \gamma_p + \lg \gamma}{\lg \gamma_p \lg \gamma}$ $\epsilon = \frac{\alpha}{4} - \frac{1}{2}$
Сил трения пласти о грунт		$P_{07} = \lg \gamma \cos^2 \alpha \gamma_p B h^2 + \gamma_p \sigma B h$ Цилиндрическая поверхность $P_{08} = 2 \lg \gamma \cos^2 \alpha \gamma_p B h^2 \times$ $\times \left(1 + \lg \gamma \cos \alpha \sin \frac{1}{2\alpha} \right) + \gamma_p \sigma B h$	$A_3 = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha} (\cos \alpha +$ $+ 1 - \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta) \times$ $\times \exp \left(\alpha - 2\alpha_p \right) + 1 +$ $+ \arcsin \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \lg \gamma$
Сопротивление от сил трения пласти о металлическую поверхность		Плоская поверхность $P_{09} = \lg \gamma \cos^2 \alpha \gamma_p B h^2 + \gamma_p \sigma B h$ Цилиндрическая поверхность $P_{10} = 2 \lg \gamma \cos^2 \alpha \gamma_p B h^2 \times$ $\times \left(1 + \lg \gamma \cos \alpha \sin \frac{1}{2\alpha} \right) +$ $+ \gamma_p \sigma B h$	$A_4 = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin \alpha} (\cos \alpha +$ $+ 1 - \sin^2 \alpha - \sin^2 \beta) \times$ $\times \exp \left(\alpha - \arcsin \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \right) \lg \gamma$
Сопротивление от сил трения пласти о валочесию		$P_{11} = \gamma_p \cos^2 \alpha \frac{B h^2}{2}$	Примечание. $\alpha = R/N$ R — радиус кривизны поверхности свалочесия

Подсистема «рабочий орган отвального типа — грунт» имеет в общем случае набор следующих основных элементов: 1) лобовую поверхность ножа; 2) лезвие ножа; 3) правую и левую боковые грани ножа; 4) поверхность сдвига по грунту; 5) поверхность сдвига по металлу отвала; 6) призму грунта перед отвалом.

Подсистема «ковшовый рабочий орган — грунт» может быть составлена из следующих основных элементов: 1) лобовой поверхности ножа; 2) лезвия ножа; 3) боковых граней ножа; 4) поверхностей сдвига по грунту; 5) сдвига по боковой поверхности ковша (металлу); 6) призмы грунта.

Каждый из рассмотренных рабочих органов можно составить из типового набора элементов: лобовой поверхности ножа, лезвия, боковых граней инструмента, поверхности трения по металлу и грунту и призмы грунта перед рабочим органом.

Процесс взаимодействия элемента со средой может быть описан системой логико-математических моделей различного вида. Рассматриваемые традиционные элементы можно описать одним из вариантов

моделей, основу которых составляют уравнения предельного состояния сыпучей среды со сцеплением (табл. 1.2.1), где каждому элементу подсистемы «рабочий орган — грунт» соответствует определенная математическая модель в упрощенной интерпретации.

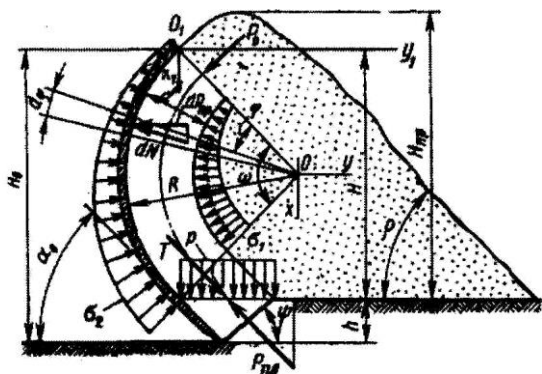


Рис. 1.8. расчетная схема к формированию модели.

Сопоставление зависимостей, полученных на базе плоской задачи, при $h < 0,3 b$, теории предельного состояния сыпучей среды со сцеплением с материалами, экспериментов, показывает хорошую, в условиях опытов, сходимость расчетных и экспериментальных данных.

1.3. Основные расчетные положения показателя эффективности отвала с зубьями.

При расчете на прочность бульдозеров принимают пять расчетных положений.[22]

Расчетное положение I (рис. 1.9 а). Внезапный упор в препятствие средней точкой отвала при движении по горизонтальной поверхности; механизм подъема в положение закрыто.

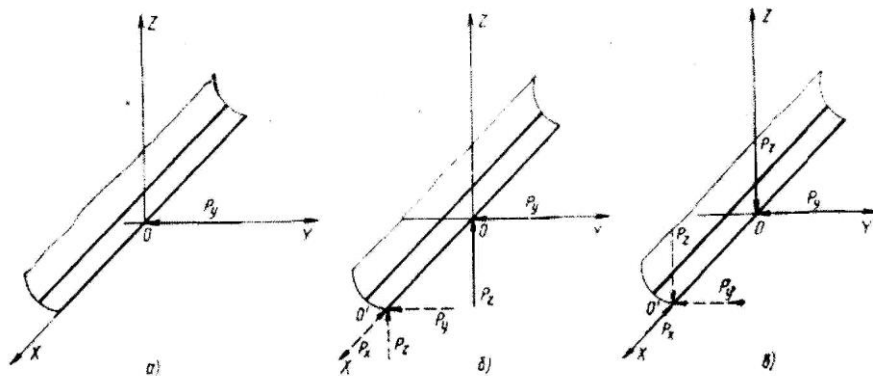


Рис. 1.9. Схемы сил, действующих на нож отвала при расчете на прочность

Принимают, что в средней точке на кромку отвала действует усилие где P_c — максимальное тяговое усилие бульдозера по сцеплению при коэффициенте сцепления $\varphi_{\max} = 0,9 \div 0,95$; P_d — динамическое усилие;

$$P_c = G_6 \varphi_{\max}; \quad P_d = v \sqrt{G_6 c / g},$$

где v — скорость бульдозера в момент встречи с препятствием; G_6 — вес трактора с бульдозерным оборудованием; g — ускорение свободного падения; c — приведенная жесткость препятствия и системы навесного оборудования;

$$c = c_1 c_2 / (c_1 + c_2),$$

где c_1 — жесткость препятствия; c_2 — жесткость навесного оборудования.

Жесткость навесного оборудования можно ориентировочно определить по формуле

$$C_2 = a_{\text{ж}} m_{\text{об}},$$

где $a_{\text{ж}}$ — коэффициент жесткости навесного оборудования на 1 кг массы трактора, равный 90—100 кН/(м·кг); $m_{\text{об}}$ — масса навесного оборудования.

Расчетное положение II (см. рис. 1.9, б). В процессе заглабления отвала при одновременном движении вперед по горизонтальной

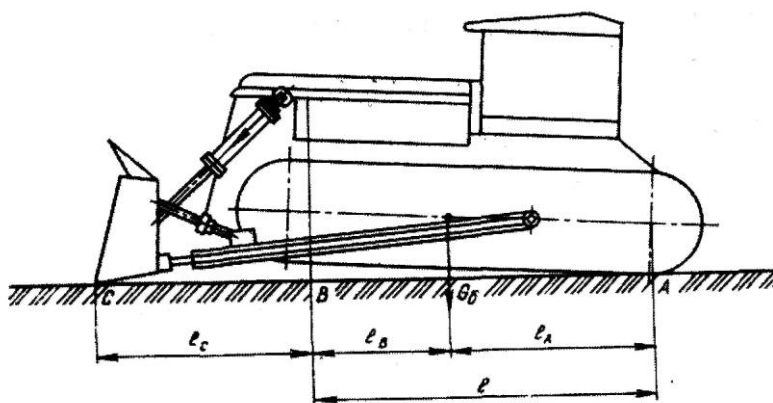


Рис. 1.10. Расчетная схема положения бульдозера при опирании на кромку ножа отвала

поверхности трактор вывешивается на средней точке отвала, при этом гидроцилиндры развивают усилие, достаточное для опрокидывания трактора относительно точки A (рис. 1.10).

Принимаем, что на кромку ножа (точка O) действуют вертикальное и горизонтальное усилия (см. рис. 1.9, б). Вертикальное усилие

$$P_z = G_{\text{об}} l_A / (l + l_C),$$

где l, l_A, l_C — линейные размеры (см. рис. 1.10). Горизонтальное усилие

$$P_y = P_c + P_A,$$

где $P_c = (G_{\text{об}} - P_z) \varphi_{\text{max}}$.

Расчетное положение III. В процессе заглабления отвала при одновременном движении вперед по горизонтальной поверхности трактор вывешивается на крайней точке (O^1) отвала, при этом развивается усилие,

достаточное для опрокидывания трактора относительно точки А (см. рис. 1.10).

Кроме вертикального и горизонтального усилий, определяемых как и для расчетного положения II, на нож отвала действует боковое усилие

$$P_x = P_c B / 2 (l_c + l),$$

где B — ширина отвала.

Расчетное положение IV (см. рис. 1.9, в). В процессе выглубления отвала при одновременном движении вперед по горизонтальной поверхности трактор вывешивается на средней точке отвала, при этом развивается усилие, достаточное для опрокидывания

кромку ножа действует вертикальное и горизонтальное усилия. Вертикальное усилие

$$P_z = G_6 l_B / l_c,$$

где l_B , l_c — линейные размеры (см. рис. 2.8). Горизонтальное усилие

$$P_y = (G_6 + P_z) \varphi_{\max} + P_x.$$

Если окажется, что $(G_6 + P_z) \varphi_{\max} > P_1$ (где P_1 — максимальное тяговое усилие на первой рабочей передаче), то следует принимать

$$P_y = P_1 + P_x.$$

Расчетное положение V (см. рис. 1.11, в). В процессе выглубления отвала при одновременном движении вперед по горизонтальной поверхности трактор вывешивается на крайней точке отвала, при этом развивается усилие, достаточное для опрокидывания трактора относительно точки В (см. рис. 1.10). Усилия, действующие на нож отвала бульдозера, сосредоточены в точке O' (см. рис. 1.9, в).

Кроме вертикального и горизонтального усилий, определяемых как и для расчетного положения IV, на нож отвала действует боковое усилие

$$P_x = P_c B / 2 l_c.$$

Если окажется, что $(G_0 + P_z) \varphi_{\max} > P_1$, то следует принимать $P_x = G_{\text{бл}}/2$ (где μ — коэффициент бокового сдвига, равный 0,65—0,7).

Для бульдозера с поворотным отвалом следует принимать расчетные положения I—V, если отвал перпендикулярен продольной оси трактора. Кроме того, необходимо проверить прочность металлоконструкции при повернутом отвале с нагрузкой, приложенной на его выступающем конце (положения III и V).

Бульдозеры общего назначения все шире оснащают гидравлическим механизмом перекоса отвала. Наиболее рациональна такая конструкция механизма компенсации перекоса отвала, в которой толкающие брусья не подвергаются изгибу под действием боковых сил, приложенных к отвалу, поскольку передача этих сил с оборудования на трактор осуществляется поперечной тягой (штангой). В связи с особенностями данной конструкции оборудования в дополнение к пяти расчетным положениям рассматривают специфические случаи нагружения, вызванные возникновением распорного усилия на боковой поверхности отвала при его подъеме (опускании) и горизонтальном расположении поперечной тяги при зафиксированных от сдвига по опорной поверхности гусеницах трактора (например, при защемлении ходовой части между неровностями поверхности грунта).

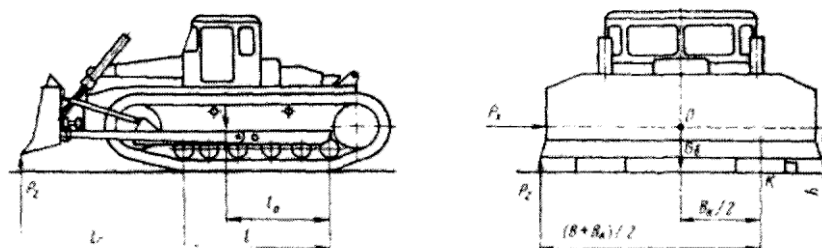


Рис. 1.11. Расчетная схема бульдозера с механизмом компенсации перекоса отвала в виде

поперечной тяги

В первом случае определяют напряжение отвала, упертого в препятствия только боковой поверхности при жестко зафиксированных от сдвига по опорной поверхности гусеницах трактора (1.11). Рассматриваем момент

опрокидывания трактора относительно но точки K , находящейся в плоскости внешних торцов катков гусеницы. В этом случае действующие силы

$$P_x = \frac{G_0 B_k / 2}{[f(B + B_k) / 2] + h}; P_z = f P_x;$$

где f — коэффициент трения стали по материалу препятствия; h — высота точки крепления штанги на тракторе.

Во втором случае определяют силу P_z из условия равновесия машины относительно задних опорных катков (см. рис. 2.9):

$$P_z = G_0 l_0 (l + l_c),$$

где l — длина опорной поверхности гусениц; l_0, l_c — горизонтальные расстояния соответственно от заднего опорного катка до центра тяжести машины, от переднего опорного катка до режущей кромки отвала.

Одним из возможных случаев максимального нагружения является внезапный удар в препятствие боковой поверхностью отвала при развороте машины на месте вокруг заторможенной гусеницы. При таком повороте на месте сила тяги практически полностью расходуется на преодоление сопротивления повороту. При ударе сила

$$P_x = \omega \sqrt{Jc},$$

где ω — угловая скорость машины при повороте до удара; J — момент инерции машины относительно оси ее поворота; c — приведенная жесткость препятствия и машины. При этом

$$J = \frac{G_0 (B_T^2 + L_T^2)}{12g} + \frac{G_0 B_k}{4g},$$

где L_T и B_T — длина и ширина трактора; S_b — вес бульдозера; g — ускорение свободного падения.

Жесткость

$$c = c_1 c_2^* / (c_1 + c_2^*),$$

где c_1 — жесткость препятствия; $c_2^* = a_{ж}^* G_T$ — жесткость навесного оборудования в поперечном направлении; G_T — вес трактора; $a_{ж}^*$ —

коэффициент жесткости навесного оборудования в поперечном направлении на 1 кг массы трактора.

Для навесного оборудования с поперечной штангой $a_{ж}^* = 500-600$ кН/(м-кг), а для обычной схемы $a_{ж}^* = 50$ кН(мкг).

Выбрав расчетные положения и наметив расчетные условия, приступают к определению сил, действующих на машину и ее части. Для этого составляют расчетные схемы машины применительно к каждому из намеченных положений. Для каждой расчетной схемы определяют активные силы, действующие на машину. Далее из условия равновесия машины и отдельных ее частей определяют неизвестные внешние силы и силы взаимодействия между частями машины, необходимые для расчета на прочность отдельных элементов и узлов машины.

1.4. Гипотетический расчетный анализ копания грунта бульдозерными отвалами с различными длинами зубьев.

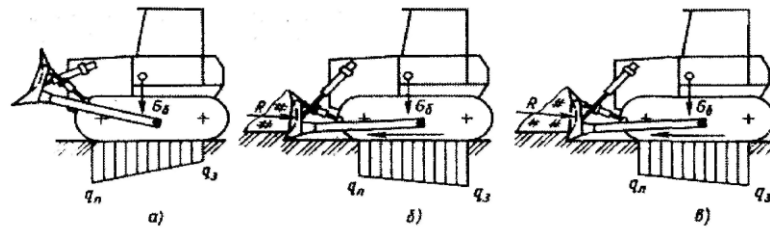


Рис. 1.12. Схемы для определения центра давления

Номинальное тяговое усилие бульдозера

$$T_{н.б} = \varphi_{кр} G_{сц}$$

где $\varphi_{кр}$ — коэффициент сцепления базовой машины с оборудованием, соответствующий допустимым буксованию движителей и тяговому КПД (для гусеничных сельскохозяйственных тракторов $\varphi_{кр} = 0,62$ [16], для промышленных — 0,90); $G_{сц}$ — сцепной вес бульдозера в рабочем состоянии ($G_{сц} = m_{сц}g$).

При навешивании на базовый трактор только бульдозерного оборудования сцепная масса $m_{сц} = (1,17-1,22) m_{бм}$, где $m_{бм}$ — эксплуатационная масса базовой машины без навесного оборудования. Если навешивается спереди бульдозерное, а сзади — рыхлительное оборудование, то $m_{сц} = (1,35-1,45) m_{бм}$.

Эксплуатационная масса бульдозера $m_{б} = m_{бм} + m_{бo}$, где $m_{бo}$ — эксплуатационная масса бульдозерного оборудования (со смазочным материалом, маслом в гидросистеме и др.). Для гусеничных бульдозеров $m_{б} = m_{сц}$.

Скорость рабочего хода бульдозера при отсутствии автоматизированного управления бульдозерным оборудованием и трактором составляет 2,5—3,0 км/ч [17].

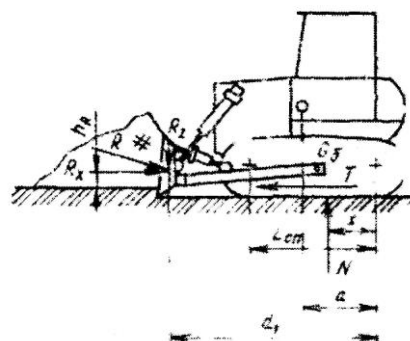
Скорость обратного хода бульдозера выбирают с учетом типа подвески гусениц базового трактора и расположения центра масс машины. Вследствие значительных продольных и поперечных колебаний бульдозера скорость обратного хода при полужесткой и балансирной подвеске гусениц не "может быть более 5—6 км/ч, а при эластичной и балансирно - звеньевой 7—8 км/ч. Расположение центра масс бульдозера при отвале в транспортном положении ограничивает возможные транспортные скорости такими же значениями.

Среднее статическое давление бульдозера

$$q = G_0 / (2L_{on}b),$$

где G_0 — эксплуатационный вес бульдозера; L_{on} — длина опорной поверхности гусениц с учетом полного погружения почвозацепов; b — ширина гусениц.

Положение центра давления, т. е. точки приложения равнодействующей всех нормальных реакций грунта на гусеничный движитель бульдозера, определяют для следующих основных случаев (рис. 1.12, а—в). Бульдозер стоит на горизонтальной поверхности, отвал поднят в транспортное положение на высоту 0,6 м (рис. 1.12, а); движется по горизонтальной поверхности с максимально возможным объемом призмы волочения при одновременном резании грунта (рис. 1.12, б); движется в траншее по горизонтальной поверхности без срезания грунта, но с максимально возможным объемом призмы волочения (рис. 1.12, в).



Если пренебречь лобовым сопротивлением движению гусениц, возникающим вследствие вертикального прессования грунта, а также действием суммы моментов касательных сил инерции

деталей гусениц и транс миссии, установленных на поперечных валах, то координата

$$X = \frac{G_{\delta}d + R_z d_1 - R_x h_R}{G_{\delta} + R_z}$$

где d — расстояние от центра масс бульдозера до оси ведущей звездочки; R_z — вертикальная составляющая результирующей сил сопротивления на отвале; R_x — горизонтальная составляющая результирующей сил сопротивления на отвале; d_1 — расстояние от точки приложения результирующей сил сопротивления на отвале до оси ведущей звездочки; h_R — высота точки приложения результирующей сил сопротивления на отвале.

При определении центра давления тяговое усилие T и горизонтальную составляющую результирующей сил сопротивления на отвале принимают

$$T = R_x = K_T T_{н.б}$$

где K_T — коэффициент использования тягового усилия; $T_{н.б}$ — номинальное тяговое усилие бульдозера.

В средних грунтовых условиях при оптимальных параметрах профиля отвальной поверхности, обеспечивающих протекание процесса копания с непрерывным формированием и движением стружки, коэффициент использования тягового усилия принимают $K_T = 0,8$.

Вертикальная составляющая результирующей сил сопротивления на отвале

$$R_z = R_x \operatorname{tg} \nu$$

где ν — угол наклона результирующей сил сопротивления на отвале.

При копании грунта плотной структуры $\nu = 17^\circ$ [18] (см. рис. 1.12, б), при копании грунта в разрыхленном состоянии и перемещении разрыхленного грунта в траншею $\nu = 0$ (см. рис. 1.12, в).

Расстояние от режущей кромки ножа отвала до точки приложения результирующей сил сопротивления на отвале при копании грунта плотной

структуры $h_R = 0,17 H$, при копании грунта в разрыхленном состоянии и перемещении разрыхленного грунта в траншее $h_R = 0,27 H$, где H — высота отвала без козырька. Расстояние d_1 определяют конструктивно, учитывая координаты точки приложения результирующей сил сопротивления на отвале. По координате x находят смещение центра давления от середины опорной поверхности гусениц, которое для всех расчетных случаев (см. рис. 1.12) не должно превышать $1/2$ от длины этой опорной поверхности.

Координата центра давления характеризует распределение нормальных реакций грунта на опорные поверхности гусениц и тяго-восцепные качества базовой машины при работе с бульдозером.

При смещении центра давления от середины опорной поверхности гусениц давление по ее длине принимают действующим по закону трапеции, центр тяжести которой условно лежит на одной вертикали с центром давления. Условные удельные нагрузки на передней и задней кромках опорной поверхности гусениц определяют с учетом типа подвески опорных катков.

Определение центра давления бульдозеров с повернутым в плане отвалом дополнительно производят только для случая, когда 'бульдозер с максимально поднятым отвалом стоит на предельном уклоне или подъеме.

Удельное напорное усилие на режущей кромке ножа отвала

$$Q_{\Gamma} = T_{н.б} / B,$$

где $T_{н.б}$ - номинальное тяговое усилие бульдозера; B - длина ножа отвала.

Вертикальное давление на режущей кромки ножа отвала

$$q_B = R_{23} / F,$$

где R_{23} — наибольшее вертикальное усилие на режущей кромке ножа отвала по условиям опрокидывания базовой машины относительно задних кромок опорных поверхностей гусениц; F — опорная площадь режущей кромки ножей отвала.

Площадь F и вертикальное давление q_B определяют для неизношенных (рис. 1.13, сечение а—а) и изношенных (рис. 1.13, сечение б—б) ножей при основном угле резания γ_0 .

У современных бульдозеров удельное напорное усилие составляет 40—100 кН/м режущей кромки ножей с зубьями отвала, увеличиваясь с повышением номинального тягового усилия.

Вертикальное давление q_B в случае принудительного заглубления отвала составляет 400—8000 кПа при незатупленных ножах и 200—1500 кПа при полностью затупленных. В среднем вертикальное давление при затупленных ножах в 3 раза ниже, чем при незатупленных. По удельному напорному усилию и вертикальному давлению на режущей кромке ножей с зубьями бульдозера судят о возможности разработки грунтов различной прочности. Для I категории грунта $q_r=15$ кН/м (не более), $q_B=1000$ кПа (не более); для II категории—20—40 и 1200—2400; для III категории —41—60 и 2500—3500; для IV категории — более 60 кН/м и более 3500 кПа.[19]

Длину отвала бульдозера с неповоротным отвалом выбирают минимально возможной с учетом перекрытия габарита базовой машины по ширине или наиболее выступающих в стороны элементов толкающей рамы не менее чем на 100—200 мм с каждой стороны.

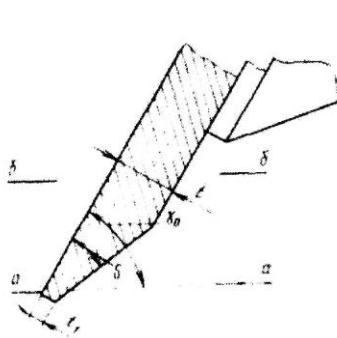


Рис. 1.13. Сечения неизношенного ножа бульдозера

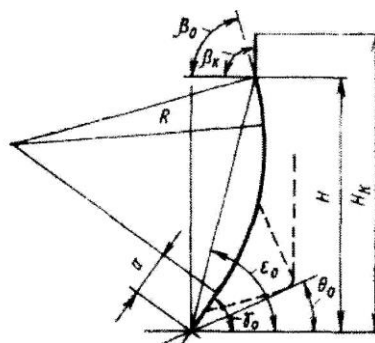


Рис. 1.14. Схема по определению параметров профиля отвальной поверхности

Высоту отвала определяют по тяговому усилию бульдозера при скорости, подходящей для бульдозерных работ, параметрам отвальной поверхности и грунтовым условиям, для которых предназначен бульдозер.

Высота козырька (по вертикали) составляет 0,1—0,30 от высоты отвала. При определении высоты отвала с козырьком обеспечивают в транспортном положении отвала с одной стороны определенный угол въезда, с другой—достаточно хорошую видимость пространства перед бульдозером.

Основные параметры профиля отвала показаны на рис. 1.14, где H — высота отвала без козырька (расстояние по вертикали между режущей кромкой среднего ножа и верхней кромкой отвальной поверхности); γ_0 — угол резания при основной установке отвала (угол между горизонталью и передней плоскостью ножей); β_0 — угол опрокидывания при основной установке отвала (угол между горизонталью и касательной к отвальной поверхности в верхней кромке отвала); ϵ_0 — угол наклона при основной установке отвала (угол между горизонталью и линией, соединяющей верхнюю кромку отвальной поверхности с режущей кромкой среднего ножа отвала); R — радиус кривой части отвальной поверхности.

Дополнительные параметры профиля отвала следующие (см. рис. 1.14): H_k — высота отвала с козырьком (расстояние по вертикали между верхней кромкой козырька в середине и режущей кромкой среднего ножа); (γ_k — угол установки козырька при основном положении отвала (угол между горизонталью и плоскостью козырька); θ_0 — задний угол при основной установке отвала (угол между горизонталью и линией, соединяющей режущую кромку среднего ножа зубьями с наиболее выступающим элементом конструкции внизу на тыльной стороне отвала).

Выводы по главе I

1. Конструкции с интенсификаторами процесса как копания грунта бульдозерными отвалами при различных схемах установки ножей не требуют значительных материальных затрат и позволяют трансформировать их в адаптирующийся.

2. Для каждой расчетной схемы установки ножей с зубьями отвалов определяют активные силы действующие на рабочей оборудовании и машину.

3. Анализ всего комплекса операции рабочего цикла бульдозера с целью оценки конструктивных параметров оснащенного с различными установки ножей с зубьями может, оценена показателям, учитывающим производительность машины.

4. Объем призмы волочения, и показатель потерь грунта в боковые валики при транспортирования существенно влияют на энергоемкость рабочего процесса бульдозера, причем их влияния интенсивно возрастает с увеличением дальности транспортирования и перемещения грунта.

5. При расчета на прочность отвалов надо учитывать взаимодействия рабочего оборудования по секциям позволяет дать конкретные рекомендации по использованию экспериментальных отвалов с зубьями на ножах.

ГЛАВА II Экспериментальные исследования взаимодействия ножей отвалов с зубьями с грунтом

2.1. Методика проведения экспериментов на моделях

Грунтовой канал (Рис 2.1.) представленную железный емкостью прямоугольного сечения, заполнению разрыхленным и уплотненным грунтом. По верхней плоскости грунтового канала проложены винтовая пара по которым движется рабочая тележка под действием тягового усилия лебедки с электроприводом. В нижней части тележки смонтирована тяговая рама с отвалом для разравнивая грунта на средней части тележки при посредстве поперечных балок, имеющих отверстие и прорези, крепятся модели рабочих органов крепление лабораторной установки к тележке предусматривает возможность ее перестановки как в вертикальный, так и в горизонтальной плоскости для проведения параллельных проходов модели по ширине грунтового канала.

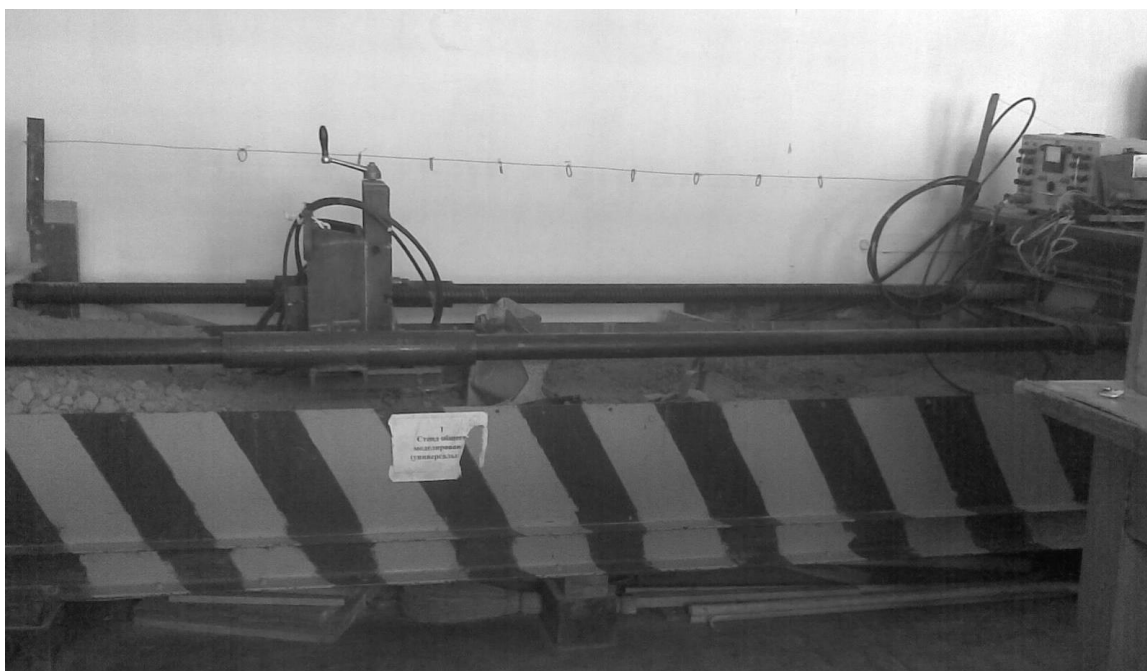


Рис.2.1. Грунтовой канал кафедры «СДМ»
Техническая характеристика грунтового канала
Ширина 100см
Длина 300 см
Глубина 35 см
Скорость рабочей тележки 0,30м/с

Подготовка грунта заключается в доведении грунта до однородного состояния, необходимом увлажнении, разравнивания грунта, уплотнения и проверке плотности грунта.

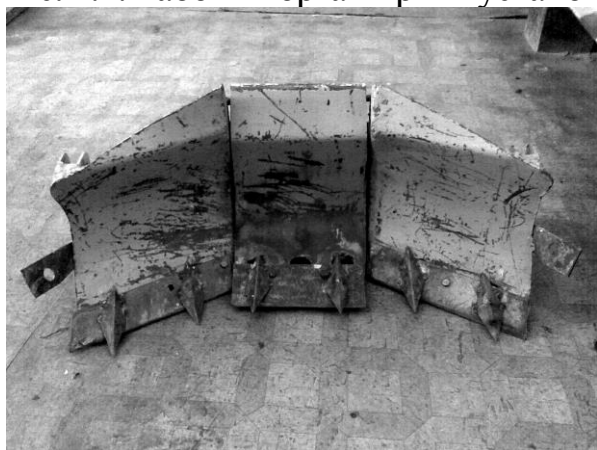
До однородного состояния грунт доводится при помощи его предварительного разрыхления на всю ширину грунтового канала одновременно. Для этого ножи отвала опускаются с помощью механизма на глубину, превышающую максимальную глубину копания, предусмотримой методикой предстоящего эксперимента, на 4...6 см. затем осуществляется последовательные проходы тележки. В процессе эксперимента проводят необходимое увлажнение грунта, через систему увлажнения при движении техники с постоянной тележки с постоянной скоростью.

Влажность грунта вычисляем по формуле:

$$W = (G_1 - G_2)G_2^{-1} \cdot 100\%$$

где, G_1 и G_2 - соответственно масса тяжести влажного и сухого грунта отбираю в трех точках по ширине грунтового конвертера и через 0,5 м по его длине. После этого при последовательных проходах тележки грунт разравнивают опущенным отвалом (рис 2.2.).

На угол захвата 45...50°, а при последнем проходе на угол захвата 90°. затем грунт уплотняют катком (рис 2.3.).
Рис. 2.2. Рабочий орган при установке



с зубьями на ножах.



Рис. 2.3. Уплотняющий каток

Необходимое число проходов должно заданной плотности грунта C , определяемой стандартным ударником ДОРНИИ (рис 2.4.).

После подготовки грунта на тележки закрепляет опытные ножи в нужном положении и проводят последовательные проходы, каждый раз регулируя ее на необходимые уровне переменных факторов согласно намеченному плану эксперимента.



Рис. 2.4. ударник ДОРНИИ

Изменение сил пружинным прибором (рис. 2.5.) основана на исследование упругости свойств пружин которые являются чувствительными элементами этих приборов. Измеряемая сила копания, приложенная к пружине, вызывает его упругую деформацию.

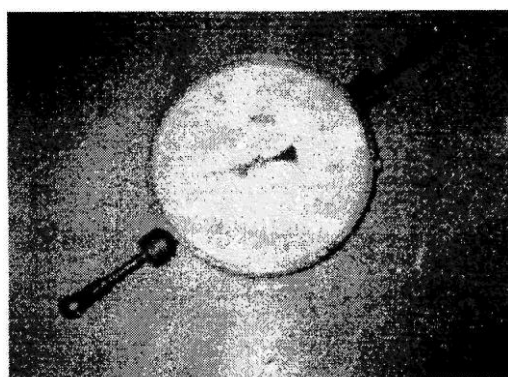


Рис. 2.5. Динамометр ДПУ-02-2

Эти приборы пружинимы динамометрами при проведении эксперимента отвалами бульдозера с установкой при различных схемах ножей они взаимодействуют с обрабатываемой средой. При ее копании возникают реакции или моменты сопротивления, которые при эксперименте являются исследуемыми (выходными) параметрами. На величину этих (факторов) параметров влияет изменение переменных факторов, характеризующий рабочий орган или его модель. Эти факторы, их число, уровня варьирования различны для каждого рабочего органа (схем ножа рис.2.6.).

Общая задача эксперимента исследования определить оптимальную схему установку ножей при копании грунта отвалом бульдозера.

Исследование влияния факторов, характеризующих рабочие органы бульдозеров на сопротивление обрабатываемой среды осложняется, что при рабочем процессе оказывают влияние одновременно несколько факторов. Колебание одного фактора служат непосредственной причиной изменения

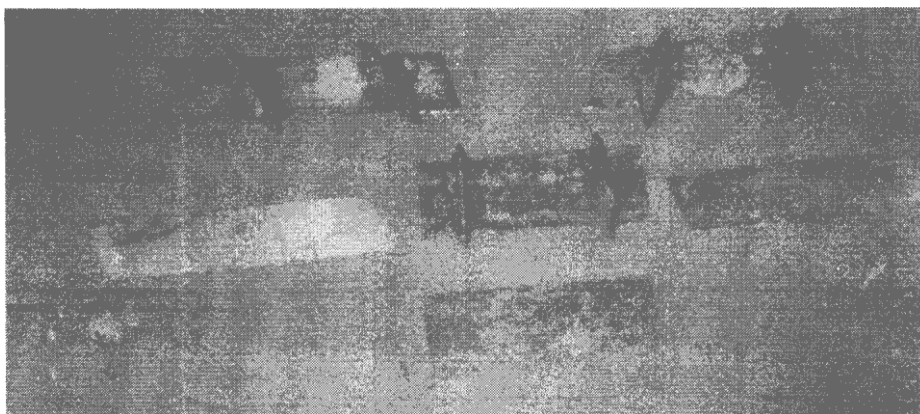


Рис 2.6. С зубьями на ножах.

влияния других факторов на исследуемые параметры.

2.2 Результаты эксперимента

Для изучения процессов взаимодействия бульдозерных отвалов при различных схемах установки с зубьями на ножах с грунтом на моделях применяют методы геометрического (пропорциональность линейных размеров и равенство углов) и физического моделирования. Моделирование есть замена изучения интересующего нас явления в природе изучением аналогичного явления на модели меньшего или большего масштаба.

Сохраняя пропорциональность линейных размеров природы (н) и модель (м) $l = l_n / l_m$ и равенство соответствующих углов $\varphi_n = \varphi_m$ можно осуществить приближенное физическое моделирование при сокращении варианте системы критериев подобия.

$$\Pi_1 = Cj_r^{-1}e^{-1}; \quad \Pi_2 = \varphi_r; \quad \Pi_3 = V^2q^{-1}e^{-1}$$

где C - сцепление грунта;

j_r - объемная сила тяжести грунта;

q - ускорение свободного падения;

φ_r - угол внутреннего трения;

l - линейный размер;

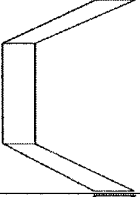



V - скорость;

Это даёт относительную погрешность приближенного моделирование в пределах 10... 15%, не превышающую соответствующей погрешности при испытаниях оригинала в естественных грунтах.

Минимальные линейные размеры модели рабочего оборудования бульдозере (максимальный масштабный коэффициент) при приближенном физическом моделировании определяются предельно допустимым минимальным объемом грунта, взаимодействующего с оборудованием (этот объем должен быть: $AU = 200d^3$ Где d - размер фракции грунта) и точностью методов измерения.

Полученные результаты эксперимента на моделях грунтового канала
Отвал с зубьями на ножах.

Таблица 2.1

Схема расположения ножей	Сухой грунт без уплотнения	Грунт с влажностью $W=10,2\%$	Грунт влажный и уплотненный
	$C=0,8$	$C=3$	$C=6$
	$P_{K1}=150Н$	$P_{K1}=770Н$	$P_{K1}=1120Н$
	$P_{K2}=120Н$	$P_{K2}=760Н$	$P_{K2}=1080Н$
	$P_{K3}=120Н$	$P_{K3}=750Н$	$P_{K3}=1040Н$
	$P_{K4}=80Н$	$P_{K4}=690Н$	$P_{K4}=970Н$

Изменения усилий копания от плотности грунта при различных схемах установки ножей в отвал бульдозера.

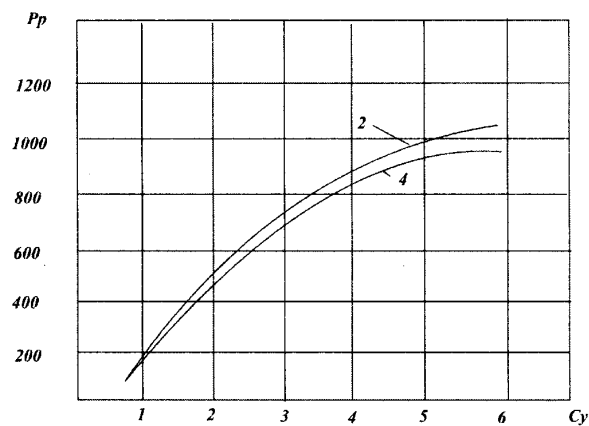
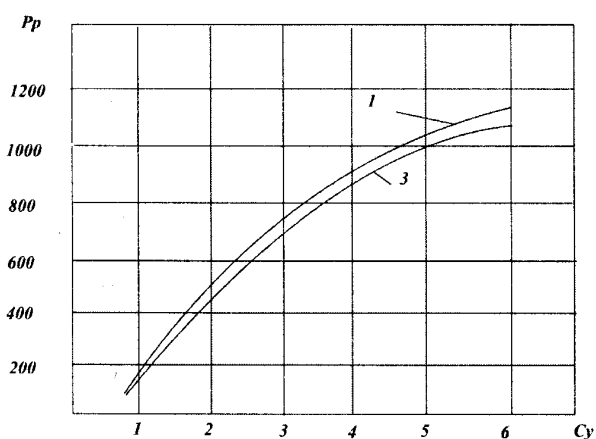


Рис 2.7. Система зубьев и ножей.

- 1 - отвала бульдозера со сплошной ножевой системы
 2 - отвал бульдозера со ступенчатой системы ножей (средняя секция исключен из процесса резания грунта)

3 - отвал бульдозера со сплошной системой ножей с зубьями.

4 - отвал бульдозера со ступенчатой системой ножей с зубьями
(средняя секция поднята)

Определяем взаимокорреляционная связь при копании грунта на
грунтовой канале бульдозерными отвалами при различных схемах установки
ножей

$$K_{\sigma} = \frac{P_{p3}}{P_p}$$

$$K_{3,1} = \frac{P_{PIII}}{P_I} = 1 \quad K_{3,1} = 0,96 \quad K_{3,1} = 0,91$$

$$K_{4,2} = \frac{P_{PIV}}{P_{II}} = 1 \quad K_{4,2} = 0,91 \quad K_{4,2} = 0,87$$

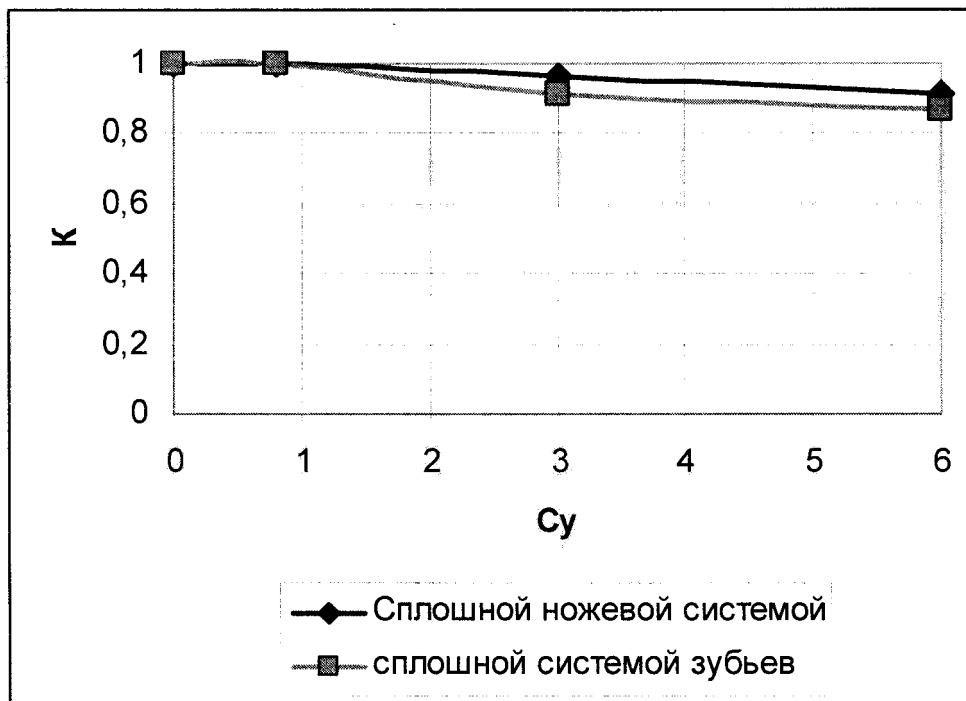
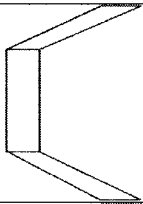
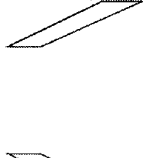
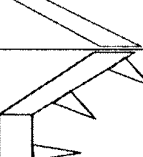
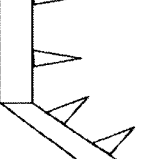


Рис 2.8. Зависимость взаимокорреляционной связи сопротивления
резанию от Sy при различных системах ножей отвала бульдозера.

Определяем взаимокорреляционную связь при копании грунта на
грунтовой канале бульдозерными отвалами при различных схемах
установки ножей отвала с зубьями на ножах.

Таблица 2.2

	C=0,8	C=3	C=6
	$P_{K1}=150Н$	$P_{K1}=610Н$	$P_{K1}=900Н$
	$P_{K2}=120Н$	$P_{K2}=580Н$	$P_{K2}=860Н$
	$P_{K3}=150Н$	$P_{K3}=590Н$	$P_{K3}=820Н$
	$P_{K4}=120Н$	$P_{K4}=530Н$	$P_{K4}=750Н$

Приближенное физическое моделирование приводит к существенному упрощению методики проведения опытов с моделями отвала бульдозера, без значительного изменения точности экспериментов, снижению материальных затрат и сроков исследований по сравнению с испытаниями машин в натуре.

Сравнительные экспериментальные исследование с целью выявления эффективности применения на бульдозерных отвалах различных схемах установки ножей с зубьями преследует выявления градиента влияния.

Результаты показали что, эффективность бульдозерных овалов с различными схемами установки ножей с зубьями по критерию K_{ϕ} при разработки малосвязанных и связанных грунтов, соответственно на 23 и 12% выше эффективность отвала с зубьями на ножах по краям по сравнению традиционными отвалами.

Выводы по главе II

1. Для каждого бульдозерного отвала имеется оптимальная схема установки ножей с зубьями в зависимости от типа грунта.

2. С увеличением длины прямой части ножа отвала ухудшаются условия для перемещения стружки по отвалу и энергоемкость возрастает.

3. Угол резания должен находиться в пределах 40-50°, угол опрокидывания 70-75°, угол наклона 75-80°, длина прямой части внизу не должна превышать, ширины ножа, радиус кривой части внизу должен составлять 0,8 высоты отвала.

4. Эффективность бульдозерных отвалов с различными схемами установки ножей с зубьями по критерию эффективности K_f при разработке малосвязных и связных грунтов соответственно на 23 и 12% выше по сравнению традиционными отвалами;

5. Особенностью отвалов с выступающими боковыми секциями и зубьями является способность накапливать и удерживать увеличенный объем призмы волочения.

6. Установка зубьев концентрирует напряжения в его концах и облегчает врезание в грунт, в связи с чем создается условия резания грунтов III и IV категории.

Глава III Совершенствование методики преподавания курса «СДМ»

3.1. Совершенствование методики проведения теоретических занятий (на примере лекции по теме: «Бульдозеры»)

Для совершенствования методики проведения теоретических занятий целесообразно активизировать учебно познавательную деятельность студентов на занятиях. Немаловажную роль в этом играет правильный отбор методов и форм обучения. При выборе и применении методов обучения необходимо принимать во внимание многие дидактические факторы:

1. *Целеполагание*: цель обучения, педагогические задачи, результаты учебной деятельности.

2. *Объем содержания и сложность учебной информации; цели и специфика данного учебного предмета*, в том числе насколько трудным этот предмет принято считать.

3. *Влияние методов обучения на усвоение учебной информации*. Согласно Г.Майеру, через 72 часа (трое суток) после получения сведений в памяти слушателя остается при аудиовосприятии (услышал) примерно 10% информации; при визуальном (увидел) – 20%; при аудиовизуальном (услышал и увидел) – 50%; при аудиовизуальном восприятии и обсуждении – 70%; при аудиовизуальном восприятии, обсуждении и при наличии возможности практического приложения – 90%.

4. *Учебные возможности обучающихся*: уровень подготовленности, сформированность общеучебных навыков, активность, интерес и мотивированность, возраст, работоспособность, индивидуальные возможности и способности.

5. *Временные затраты*: 1) время, отведенное учебной программой на весь учебный курс, на его отдельные темы может быть настолько ограниченным, что позволит использовать отнимающие много времени методы лишь там, где они наиболее целесообразны;

2) время является важным фактором и с точки зрения трудозатрат на подготовку и реализацию того или иного метода. Поэтому, планируя использование таких методов, нужно спросить себя, а хватит ли времени и сил на необходимую подготовку к реализации данного способа организации деятельности?

6. *Условия обучения*: для реализации отдельных методов требуются особые условия: ТСО, компьютер, специальные компьютерные программы, магнитная доска, специально оборудованное помещение и пр.

7. *Особенности взаимоотношений в коллективе, между обучающим и обучающимися* (сотрудничество или авторитарность).

8. *Количество обучающихся*: если оно невелико, обучение можно сделать интенсивным, используя методы активного обучения.

9. *Компетентность и личностные качества обучающего*: должен знать и уметь применять методы, которым будет отдано предпочтение, владеть соответствующими личностными качествами.

Дополнительные факторы:

- Способ организации изучения темы (самостоятельно/под руководством обучающего): *Как?*

- Дидактические средства: *Какие?*

- Методы стимулирования активности: *Какие?*

- Методы контроля и самоконтроля: *Какие?*

При изучении новой темы, повторении, закреплении изученного материала и контроле уровня знаний умений и навыков, преподаватель должен применять все указанные в схеме методы. Однако для решения проблемы активизации познавательной деятельности наиболее целесообразным является применение I и II группы методов. В частности, таких как: беседа, дискуссия, мозговой штурм, метод проблемных задач и ситуаций, индивидуальный метод. Для проведения обучения с использованием выделенных методов, активизирующих познавательную деятельность студентов, преподавателям были необходимы:

- аудитории с мебелью, расставленной для проведения работы в малых группах;
- компьютер, проектор и экран или листы бумаги форматом А2, цветные маркеры, магниты, металлическая классная доска для презентации результатов работы в малых группах;
- заранее подготовленные преподавателем плакаты, раздаточные материалы и задания для учащихся.

Деление на малые группы для решения проблемных задач проводилось с учетом пожеланий самих студентов.

Применяя интерактивные методы обучения можно достичь следующего:

- обеспечить интерес к теме занятия;
- активизировать мышление учащихся;
- развить аналитическое мышление;
- сформировать умение определять очередность целей в зависимости от степени их важности;
- создать условия для активных диспутов;
- повысить мотивацию к обучению;
- обеспечить активную учебную деятельность;
- способствовать изменению, развитию, становлению личности;
- создать условия для знакомства с различными мнениями;
- организовать помощь студентам при формулировке определений;
- создать условия для самореализации;
- обеспечить условия для переработки информации учащимися;
- создать условия для формирования критичности мышления;
- создать хороший психологический климат в работе группы.

Виды лекционных занятий, на которых необходимо применение методов активизации познавательной деятельности:

1. Информационная лекция – способ передачи готовых знаний в монологической форме.

2. Проблемная лекция – способ познания, приближенный к поисковой, исследовательской деятельности. Чем выше степень диалогичности лекции, тем более она приближена к проблемной и тем выше ее ориентирующие, обучающие и воспитывающие эффекты.

3. Лекция-визуализация – способ подачи информации в виде наглядных образов различного рода. Чтение такой лекции, связано с перекодировкой и комментарием подготовленного визуального материала.

4. Лекция- вдвоем – способ передачи информации как минимум с 2 позиций (теоретик и практик, разные научные школы, сторонники и противники). Диалог совместного поиска.

5. Лекция с заранее запланированными ошибками.

6. Лекция пресс-конференция.

Проблемные ситуации создаются на всех уровнях обучения и в разные возрастные периоды. Для старшего подросткового возраста оно особенно актуально, т.к. предлагает учащемуся профессионального колледжа практику решения конфликтов (литературных, естественно-научных, логических и др.), которые находят свое отражение в реальной жизни. Таким образом, опора на жизненный опыт учащегося способствует активизации познавательной деятельности.

Лекция – монологическое изложение значительного по объёму учебного материала в течение сравнительно продолжительного времени.

Главное назначение лекции – обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать студентов ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Традиционная лекция имеет несомненные преимущества не только как способ представления информации, но и как средство эмоционального воздействия обучающего на обучающихся, повышающее их познавательную активность.

Основная функция лекционного метода – обучающая.

Признаки: строгая структура, словесно-логическое изложение, обилие сообщаемой информации. Лекции позволяют нам выделить важные моменты предмета, на которые обучаемые в силу недостатка опыта не обращают внимания.

Педагогическая техника проведения лекции включает в себя следующее:

- Нужно двигаться по аудитории, а не стоять все время за кафедрой, менять интонацию, пользоваться, но в меру, жестикуляцией
- Нужно излагать материал живым образным языком, с примерами и сравнениями.
- Нужно выбрать оптимальный темп изложения учебного материала: он должен соответствовать уровню подготовки студентов и не быть слишком ускоренным, чтобы позволить им записать основные положения лекции.
- Нужно показать интерес к своему предмету и к тому, как и что усвоят студенты: такая преданность делу наверняка их воодушевит
- Нужно внести в лекцию элемент участия студентов:
 - разбирать конкретные, в том числе проблемные ситуации
 - приводить примеры из повседневной жизни
 - временно разрешать свободный обмен мнениями
 - задавать вопросы и использовать ответы студентов, подчеркивая при этом их значимость.
 - побуждать студентов задавать вопросы.
- Применять риторические и уточняющие понимание материала вопросы.
- Делать сравнения, сопоставлять новые факты и положения с тем, что изучалось ранее.



Условия эффективности лекции

К основным формам организации обучения в вузе относятся лекции, семинары, практические занятия, учебные конференции, консультации, экскурсии, учебная производственная практика. В качестве форм контроля и оценки результатов обучения используются экзамены и зачеты, рейтинговая система оценки, реферативная, курсовая и дипломная работы, самостоятельная работа студентов.

Лекция – ведущая форма организации обучения. Она способствует

реализации следующих функций обучения:

1) ориентирующей – позволяет акцентировать внимание студентов на основных положения учебного материала, его роли и значимости в учебной и будущей профессиональной деятельности, на методах его усвоения и т.п.;

2) информативной – в ходе лекции преподаватель раскрывает сущность основных научных фактов, положений и выводов и т.п.;

3) методологической – в ходе лекции сравниваются и сопоставляются методы исследования, выявляются принципы научного поиска и т.п.;

4) воспитательной – лекция призвана возбудить эмоционально-оценочное отношение к учебному материалу и т.п.;

5) развивающей – способствует развитию познавательного интереса, способности к логическому рассуждению и доказательствам и т.п.

Структура и модификация лекции, как формы обучения, зависит от целеполагания, ее дидактического назначения, места в системе обучения, основного способа представления информации и способа обучения.

Процессуальная структура технологии лекционного занятия представлена следующими этапами:

I этап: введение в учебное занятие – формулировка темы, сообщение плана лекции и рекомендуемой литературы для самостоятельной работы, перечня ключевых понятий и терминов по данной теме, результатов учебной работы, вопросов и заданий для самопроверки.

II этап: Основной, информационный – строгое следование плану лекционного занятия.

III этап: Заключительно-результатирующий – подведение итогов, заключительные выводы, концентрация внимания студентов на главном в учебной информации по данной теме; организация взаимооценки и рефлексии; анализ и оценка достижения цели учебного занятия; сообщение о важности проделанной работы для будущей профессиональной деятельности.

Характерологические особенности лекционных форм обучения

Лекционные формы	Характерологические особенности
Лекция-информация	Самый традиционный вид лекции. <i>Педагогические задачи:</i> изложить и объяснить учебную информацию.
Обзорная	Как правило, стержень излагаемых теоретических положений составляет научно-понятийная и концептуальная основа всего курса или крупных его разделов. <i>Педагогические задачи:</i> осуществить систематизацию научных знаний; раскрыть внутрисубъектные и межпредметные связи, исключая детализацию и конкретизацию.
Проблемная	Новое знание вводится через проблемность вопроса/задачи/ситуации. При этом процесс познания студентов в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. <i>Педагогические задачи:</i> раскрыть содержание новой учебной информации; поставить проблему и организовать поиск ее решения/ суммирования и анализа традиционных и современных точек зрения/ и т.д.
Лекция-визуализация	Чтение такой лекции сводится к развернутому и краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов. <i>Педагогические задачи:</i> раскрыть содержание новой учебной информации средствами ТСО или аудиовидеотехники.
Бинарная	Чтение такой лекции представляет собой диалог двух преподавателей/ представителей 2-х научных школ/ ученого и практика/преподавателя и студента. <i>Педагогические задачи:</i> раскрыть содержание новой учебной информации на основе сопоставления двух точек зрения.
С заранее запланированными ошибками	Лекция рассчитана на поиск студентами ошибки: содержательной, методологической и т.д., которую сознательно допускает преподаватель, и о чем предварительно оповещает их. В конце лекции проводится диагностика студентов и разбор допущенных ошибок. <i>Педагогические задачи:</i> раскрыть содержание нового материала; стимулировать студентов к постоянному контролю предлагаемой информации.
Лекция-конференция	Проводится как научно-практическое занятие, с заранее поставленной проблемой и системой докладов (длительностью 5-10 мин.), подготовленных в рамках предложенной преподавателям программы. В совокупности доклады призваны всесторонне осветить проблему. В конце учебного занятия преподаватель подводит итоги самостоятельной работы и выступлений, дополняет/уточняет информацию, формулирует основные выводы. <i>Педагогические задачи:</i> раскрыть содержание новой учебной информации, привлечь студентов к поиску и систематизации новой учебной информации.
Лекция-консультация	Может проходить по разным сценариям. 1. «Вопросы – ответы». Преподаватель отвечает на вопросы студентов в течение лекционного времени по всему разделу или всему курсу. 2. «Вопросы – ответы – дискуссия». Позволяет не только изложить новую информацию, но и организовать поиск ответов на поставленные вопросы. <i>Педагогические задачи:</i> углубить, расширить знания студентов, дополнить их новой учебной информацией.
п...	

В традиционной системе обучения «тема» является единицей

структурирования учебного материала. Для студента реальной единицей учебного материала служит учебное занятие, а тема – это всего лишь название, которое сообщается преподавателем в начале ее изучения. Поэтому студент изучает тему, четко не осознавая связи и взаимозависимость между отдельными учебными единицами: здесь налицо «кусочно-поурочный» характер освоения учебного материала.

В настоящее время структурирование учебного материала осуществляется на модульной основе. Но это не значит, что у студента вдруг и сразу появится полная ориентировочная основа действия, которая определит связь между всеми составляющими частями (учебными или модульными единицами) последовательного овладения им ЗУН (знания, умения, навыки) в рамках данного учебного материала (модуля).

Согласно психологической теории поэтапного формирования умственных действий, эта проблема может быть решена посредством введения в структуру обучения мотивационного этапа. Его назначение – обеспечивать формирование у обучающегося мотивации предстоящего овладения учебной информацией (в нашем случае – учебным предметом/курсом), поскольку только полная ориентировочная основа действия позволяет в полной мере определить связь между всеми составляющими учебного материала.

В высшей школе мотивационным этапом образовательного предмета/курса является вводная лекция. Ее цель – дать первое целостное представление об учебном предмете/курсе и сориентировать студента в системе работы, результатах предстоящей учебной деятельности и системе их контроля и оценки.

Педагогические задачи состоят в том, чтобы:

- ознакомить студентов с назначением и задачами курса/предмета, его ролью, местом в системах учебных дисциплин и профессиональной подготовки; дать краткий обзор структуры, осветить вехи развития науки и практики, достижения в этой сфере, назвав при этом имена известных ученых,

в том числе отечественных; изложить перспективные направления исследований в данной области знаний;

- раскрыть методические и организационные особенности работы в рамках предмета;

- осуществить анализ рекомендуемой учебно-методической литературы;

- уточнить сроки и формы оценки.

При проведении лекции по теме «Бульдозеры» для совершенствования методики занятия можно применить следующее. Заранее студентам раздать лекционный материал, далее технология проведения занятия имеет следующие этапы:

I этап. Сообщает тему лекции, напоминает основные вопросы, ключевые понятия и термины (имеются в тексте, розданном студентам после предыдущего занятия), знакомит с планируемыми учебными результатами лекционного занятия и планом его проведения.

II этап. 2.1. Напоминает задание: самостоятельно прочитать текст лекции с применением техники Инсерт. Предлагает обменяться с соседом текстами для ознакомления.

2.2. Разделяет студентов на группы по произвольному признаку.

1-ый вариант:

(1) Сообщает, что каждой группе предстоит стать «экспертами» по одному из вопросов темы.

(2) Раздает экспертные листы – их текст выводит на экран с помощью кодоскопа и комментирует. Таким же образом знакомит с показателями и критериями оценки результатов работы.

(3) Объявляет о начале работы в группах: коллективно или разбившись на пары готовят ответы на вопросы (в этом случае результаты обязательно обсуждают коллективно), оформляют демонстрационный материал.

(4) Объявляет о начале презентации:

Лидеры групп/члены групп излагают усвоенный ими материал, используя демонстрационные материалы; отвечают на вопросы;

обосновывают свое согласие или несогласие с предложениями других групп о дополнении или изменении представленной ими информации.

Преподаватель выступает в роли консультанта/арбитра.

2-ой вариант:

(1) Сообщает, что каждому члену группы предстоит стать «экспертами» по одному из вопросов данной темы и обучить всех остальных (техника «Зигзаг»).

(2) В зависимости от количества вопросов, подлежащих усвоению, раздает всем студентам номер той экспертной группы, в которой ему предстоит далее работать (1, 2, 3, 4, 5- не более).

(3) Предлагает объединиться в мини-группы в соответствии со своим номером. Раздает группам экспертные листы – их текст выводит на экран с помощью кодоскопа и комментирует. Таким же образом знакомит с показателями и критериями оценки результатов работы.

(4) Объявляет о начале работы в группах: коллективно или разбившись на мини-группы/пары студенты готовят ответы на вопросы (в этом случае результаты обязательно обсуждают коллективно), стараясь максимально представить изучаемый материал в графической /табличной форме.

(5) Эксперты возвращаются в свои исходные группы и обучают других.

(6) Проводят проверку степени усвоения учебного материала, основываясь на представленном преподавателем «Примерном перечне вопросов для самопроверки».

2.3. Преподаватель, если работа выполнялась по 1-му варианту, по завершении презентации каждой группой делает выводы, концентрирует внимание студентов на главном. Задает вопросы с целью проверки степени усвоения учебного материала.

Если работа выполнялась по 2-му варианту, делает обобщающие выводы, концентрирует внимание студентов на главном. Проводит блиц-опрос с целью проверки степени усвоения учебного материала.

III этап. 3.1. Делает заключение, концентрирует внимание студентов на

главном.

3.2. Предлагает группам сообщить итоги взаимооценки. Комментирует результаты. Отмечает важность проделанной работы для будущей профессиональной деятельности.

3.3. Дает и разъясняет задания для самостоятельной работы.

Технология обучения на лекции

Тема: Бульдозеры

<i>Учебное время:</i> 2 часа.	<i>Допустимое количество студентов:</i> 60 чел.
<i>Форма и вид учебного занятия</i>	Лекция информационная
<i>План лекции</i>	1. обзор и анализ конструкции бульдозерных рабочих органов 2. Требования к рабочим органам бульдозерных оборудований 3. Технические решения по разработке конструкций рабочих органов бульдозеров 4. расчет показателя эффективности отвала с зубьями
<i>Цель учебного занятия:</i>	Сформировать знания по анализ конструкции бульдозерных рабочих органов, требованиям к рабочим органам бульдозерных оборудований, техническим решениям по разработке конструкций рабочих органов бульдозеров, сформировать умения производить расчет показателя эффективности отвала с зубьями
<i>Педагогические задачи:</i> Ознакомить с назначением и классификацией бульдозеров; Охарактеризовать основные виды рабочих органов бульдозеров; Объяснить основные направления интенсификации рабочего процесса бульдозерных оборудований; Научить выполнять расчет эффективности	<i>Результаты учебной деятельности:</i> Перечисляют назначение и классификацию бульдозеров дают развернутую характеристику основным видам рабочих органов бульдозеров; называют основные направления интенсификации рабочего процесса бульдозеров; последовательно раскрывают требования к рабочим органам бульдозерных оборудований; выполняют расчеты показателей эффективности
<i>Методы обучения</i>	Инсерт, мозговой штурм
<i>Формы обучения</i>	Лекция, Фронтальная
<i>Средства обучения</i>	Текст лекций, компьютерные технологии , плакаты, схемы
<i>Условия обучения</i>	Аудитория типовая, с техническим оснащением
<i>Мониторинг и оценка</i>	Устный контроль: блиц-опрос, Письменный контроль: тест .

Технологическая карта учебного занятия

Этапы работы, время	Содержание деятельности	
	преподавателя	студентов
1 этап. Введение в учебное занятие (10мин)	1.1.Сообщает тему, цель и планируемые учебные результаты. Знакомит с планом учебного занятия. 1.2.Называет: ключевые категории и понятия по данной теме; список литературы для самостоятельной работы 1.3.Сообщает показатели и критерии оценки учебной работы на занятии	Слушают, записывают, уточняют, задают вопросы.
2 этап. Основной (60мин)	2.1.Проводит актуализацию знаний посредством блиц-опроса Какие ДСМ вы знаете, каковы их предназначение, какие операции выполняются на ДСМ 2.2. Последовательно описываются действия по организации образовательного процесса согласно плану лекции 2.3. Напоминает задание: самостоятельно прочитать текст лекции с применением техники Инсерт. Предлагает обменяться с соседом текстами для ознакомления. 2.4. Разделяет студентов на группы по произвольному признаку. 1) Сообщает, что каждой группе предстоит стать «экспертами» по одному из вопросов темы. 2) Раздает экспертные листы – их текст выводит на экран с помощью компьютера и комментирует. Таким же образом знакомит с показателями и критериями оценки результатов работы. 3) Объявляет о начале работы в группах: 4) Объявляет о начале презентации	2.1.Отвечают 2.2.Конспектируют. 2.3.Читают текст с применением техники инсерт 2.4. делятся на группы 1) выбирают вопросы темы 2) слушают, записывают 3)коллективно или разбившись на пары готовят ответы на вопросы (в этом случае результаты обязательно обсуждают коллективно), оформляют демонстрационный материал. 4) лидеры групп проводят презентацию
3 этап. Заклучительно-результатирующий (10мин)	3.1.Делает заключение по теме, концентрирует внимание студентов на главном, сообщает о важности проделанной работы для будущей профессиональной деятельности. 3.2. Оценивает деятельность групп, подводит итоги самооценки. Анализирует и оценивает степень достижения цели учебного занятия. 3.3. Дает задание для самостоятельной работы, сообщает показатели и критерии его оценки.	Проводят самооценку/взаимооценку. Задают вопросы. Записывают задание.

3.2. Совершенствование проведения практических занятий (на примере проведения лабораторной по теме «Бульдозеры»)

Практические занятия – форма организации обучения в вузе.

Практические занятия применяются для достижения следующих целей:

- 1) упорядочивания теоретического материала;
- 2) выработки умений;
- 3) контроля знаний.

Для эффективного проведения практического занятия преподаватель должен учитывать:

- свою подготовленность, в том числе владение техникой вопросов и ответов;
- состояние учебной группы: ее мотивацию, особенности ее организации, климата;
- техническую оснащенность учебного процесса.

Переход к практическому занятию знаменует собой смену трансляционной схемы взаимодействия на коммуникационную, переход от монолога к диалогу, от объектного способа работы с аудиторией к работе с ней как с полноправным субъектом общения, учет ее интересов и способов работы.

Подготовка и проведение практического занятия требует ответа на ряд вопросов:

1. *Зачем?* – Задачи и формы проведения практического занятия должны быть адекватны целям обучения в целом.
2. *Как?* – Должна быть разработана технология проведения учебного занятия.
3. *Что?* – Должно быть разработано содержание материала, который надо обсудить во время практического занятия.
4. *С учетом чего?* – Должны быть выделены факторы, которые необходимо учитывать в ходе проведения практического занятия.
5. *Каким путем?* – Должны быть определены средства воздействия, которыми можно воспользоваться для управления практическим занятием в целях обеспечения его эффективности.

В соответствии с целями учебных программ и областями применения можно выделить основные типы практических занятий:

1) обучающие – как правило, ориентированы:

- на упорядочивание, активизацию и операционализацию теоретических знаний или самостоятельное их приращение;
- на формирование навыков применения полученных знаний на практике;

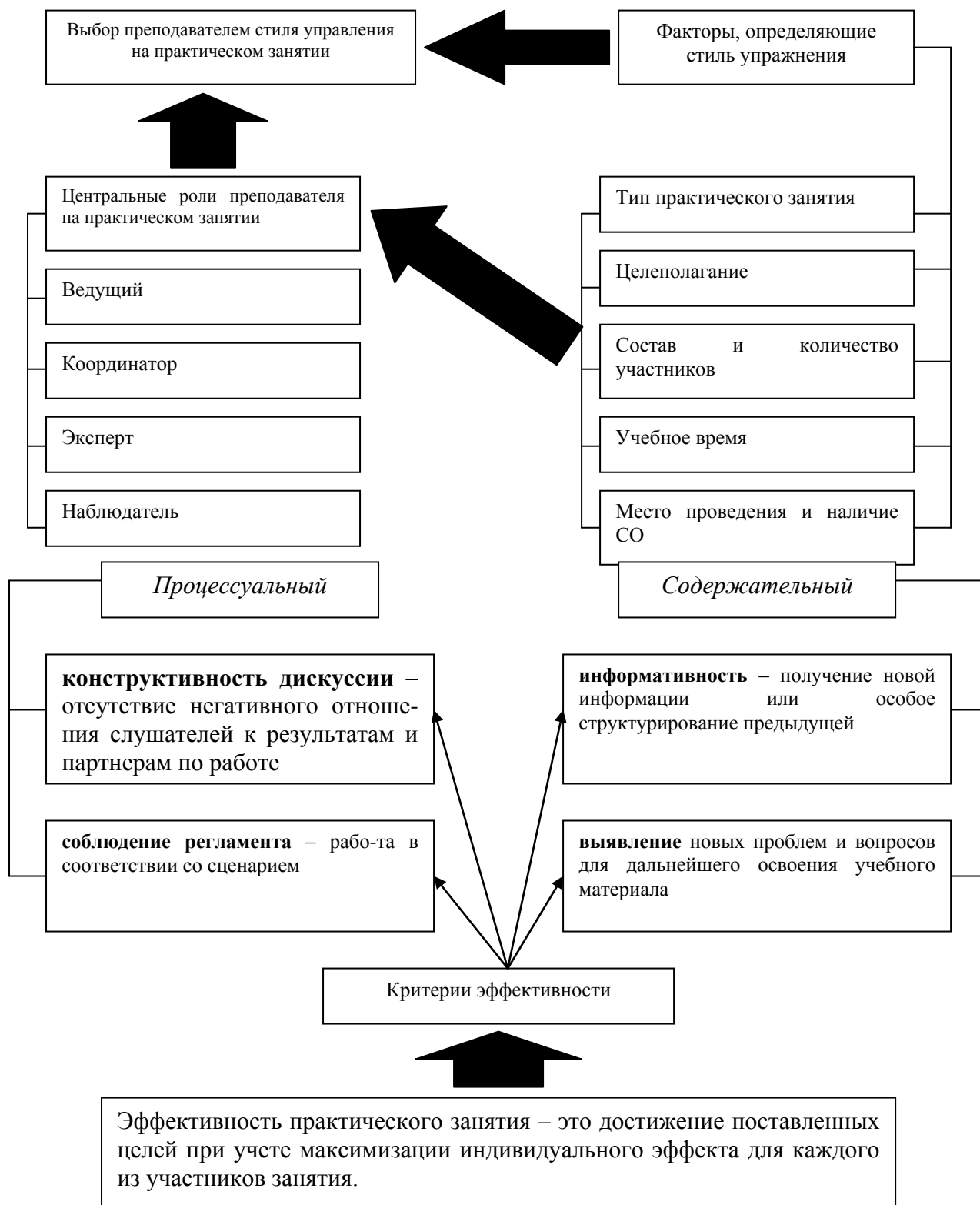
2) развивающие – преимущественно направлены на формирование у обучающихся навыков проблемного видения, аналитических способностей и прогностических умений.

Для совершенствования практического занятия необходимо произвести проектирование и планирование технологий обучения на практических занятиях. Мы считаем, что при проведении практических(лабораторных) занятий по теме: «Бульдозеры» целесообразно применить практическое занятие проблемного типа. Этот тип будет способствовать активизации учебно познавательной деятельности студентов на занятии

Характерологические особенности практических занятий



Педагогическое управление практическим занятием, оценка его эффективности



Технология обучения на практическом занятии проблемного типа

Тема практического занятия представляется студентам в форме проблемы, не имеющей очевидного быстрого решения.

1. Подготовительный этап

Содержание деятельности	
обучающий	обучающиеся
<p>1.1. Формулирует проблему: Как можно повысить эффективность работы бульдозера</p> <p>1.2. Формулирует заключительный вывод – итог оптимального решения проблемы.</p> <p>1.3. Формулирует подпроблемы, решение которых обеспечивает решение проблемы в целом. 1) Совершенствование рабочих органов бульдозера. 2) разработка конструкций рабочих органов бульдозера 3) расчет эффективности</p> <p>1.4. Для каждой подпроблемы формулирует промежуточные выводы, содержание которых определяет способы и средства ее решения.</p> <p>1.5. Формулирует проблемные вопросы, правильные ответы на которые обеспечивают решение подпроблем.</p> <p>1.6. Составляет перечень вопросов и заданий для актуализации у студентов знаний, необходимых для участия в решении проблемы.</p> <p>1.7. Определяет способы и средства «введения» обучающихся в проблему на основе актуализированных у них знаний.</p>	

Разработка системы проблемных вопросов предполагает продумывание и учет возможных ответов студентов. Поскольку, даже при наличии достаточно хорошо спроектированной технологии, в ходе семинара неизбежны отклонения от предварительного плана, обусловленные индивидуальными особенностями студентов, различием уровня и объема их знаний.

2. Исполнительный этап: практическое занятие

Содержание деятельности	
обучающий	обучающиеся
<p>1. Введение в занятие</p> <p>1.1. Напоминает цели и результаты данного занятия, обосновывает их значимость и актуальность.</p> <p>1.2. <i>Актуализирует</i> знания обучающихся в форме беседы по заранее подготовительным вопросам, предполагающим содержательные ответы. В процессе актуализации знаний выявляет достаточность усвоенных студентами знаний, необходимых для активного участия в поисковой деятельности по решению учебной проблемы. При недостаточной полноте знаний организует корректировку необходимых знаний в форме беседы со студентами.</p>	<p>Отвечают на вопросы, задают вопросы.</p>

<p>2. Основная часть.</p> <p>2.1. Опираясь на актуализированные знания, «вводит» студентов в проблему, которая будет решаться на занятии, и формулирует ее.</p> <p>2.2. Организует попытки ее решения, чтобы с самого начала обеспечить принятие поставленной проблемы студентами. Анализирует и совместно со студентами обсуждает предполагаемые решения, выявляет возникшие у них затруднения.</p> <p>2.3. Переходит к организации поиска способов решения проблемы: формулирует первую подпроблему, а затем через постановку проблемных вопросов и обсуждение ответов на них подводит обучающихся к отысканию способа ее решения, т.е. к первому промежуточному выводу. Аналогично организует поиск способов решения последующих подпроблем, завершающийся решением проблемы в целом.</p> <p>2.4. Формулирует заключительный вывод.</p>	<p>Слушают.</p> <p>Высказывают мнения по поводу решения проблемы. Осознают, что решение проблемы «сходу» невозможно.</p> <p>Высказывают мнения по поводу решения подпроблем, дискутируют, анализируют, делают выводы по поводу оптимального способа решения проблемы в целом.</p>
---	---

3. Заключительный этап



Содержание деятельности	
обучающий	обучающиеся
Подведение итогов занятия:	
<p>3.1. Оценивает результаты работы, проведенной студентами.</p> <p>3.2. Оценивает подготовленность участников занятия, их активность в ходе дискуссии.</p> <p>3.3. Дает общую оценку результативности занятия.</p> <p>3.4. Определяет цели следующих практических занятий.</p>	<p>Задают вопросы.</p>
Последовательность организации поиска ответа на проблемный вопрос:	
<p>1) постановка проблемного вопроса;</p> <p>2) организация мыслительных действий обучающихся по поиску и обоснованию ответов на поставленный вопрос;</p> <p>3) организация критического анализа ответов, выявления их сильных и слабых сторон;</p> <p>4) организация сопоставления ответов между собой с целью выработки согласованной позиции – конструирования наиболее верного ответа;</p> <p>5) переход к постановке следующего проблемного вопроса.</p>	
<p>При постановке очередного проблемного вопроса перед студентами необходимо обеспечить преемственность проблемных вопросов, его связь с результатами уже проведенного поиска.</p>	

3.3. Экспериментальная апробация разработанной методики и результаты

Экспериментальная работа по определению степени эффективности разработанной методики по совершенствованию проведения лекционного и практического занятия (на примере темы: «Бульдозеры») проводилась на базе **Ташкентского автомобильно-дорожного института**. Апробация методики проводилась на базе курса “СДМ”.

Экспериментальная работа проводилась в три этапа:

Первый этап: *констатирующий* – обследование экспериментальных и контрольных групп по одним и тем же показателям, с помощью которых определяется объем знания по предмету, выбранному для эксперимента.

Второй этап: *созидательный* – проведение занятий в экспериментальной группе, в которой при прохождении данной темы используется предлагаемая методика интенсивного обучения. Во второй группе (контрольной) процесс обучения проходит с использованием традиционных средств обучения.

Третий этап: *контрольный* – повторное обследование студентов обеих групп. Количественные результаты фиксируются по принятым показателям. Всю схему проведения экспериментальной работы можно представить в виде таблицы (таблица 1).

На первом этапе при определении объема знаний, умений, навыков и степени понимания изучаемого материала, были проведены тестовые испытания. Тестирование проводилось на компьютере и в контрольной, и в экспериментальной группах. Результаты, которые показывали процентное соотношение правильных и неправильных ответов, а также полученную отметку по пятибалльной шкале, студенты могли увидеть сразу после окончания тестирования.

Для анализа начального уровня знаний студентов в эксперименте применялись значения в процентах, так как они более точные. Тесты содержали вопросы для определения объема знаний. После прохождения тестирования, студентам было предложено по 2 практических задания, выполняемых самостоятельно во время практических занятий для определения уровня умений и глубины понимания знаний, полученных на занятиях. Использовались наиболее часто встречающиеся ситуации, стандартное решение которых не требовало творческого подхода. Здесь оценивались быстрота и точность выполнения задания. Для определения уровня понимания, было предложено указать дополнительно другие возможные варианты решения поставленных задач.

Таблица 1.

Схема проведения экспериментальной работы

Этапы	I группа	II группа
Ташкентский автомобильно дорожный институт		
I	Экзамен - Э1	Экзамен - К1
II	Обучение с использованием методов проблемного обучения	Обучение традиционными методами
III	Экзамен – Э2	Экзамен – К2

Каждое решение оценивалось по десятибалльной шкале. Для получения значения в процентах, среднее арифметическое от выставленных баллов умножалось на 10. Результаты обследования уровня обученности приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Предварительные результаты обследования уровня обученности студентов

Ташкентский автомобильно дорожный институт					
Контрольная группа			Экспериментальная группа		
w	u	r	w	U	r
49,8	27,6	26,9	48,7	27,2	27,1

w - объем знаний, u - объем умений, r - степень понимания.

Второй этап как в контрольной, так и в экспериментальной группах проходил одновременно.

В организации и проведении высокоэффективного педагогического процесса немаловажную роль играет личность преподавателя, его профессиональные и личностные качества, степень владения педагогическим мастерством и педагогическим искусством.

Ниже, в таблице 3, приводится анкета с вопросами и оценками, которые получили выбранные для проведения эксперимента преподаватели.

Таблица 3.

Анкета “Преподаватель глазами коллег и студентов”

№	Качество преподавателя	ТАДИ
1.	Излагает материал ясно, доступно	8
2.	Разъясняет сложные места	8
3.	Выделяет главные моменты	7
4.	Умеет вызвать и поддержать интерес аудитории к предмету	8
5.	Следит за реакцией аудитории	8
6.	Задаёт вопросы, побуждает к дискуссии	7
7.	Соблюдает логическую последовательность в изложении	7
8.	Демонстрирует культуру речи, четкость дикции, нормальный темп изложения	8
9.	Умеет снять напряжение и усталость аудитории	7
10	Ориентирует на использование изучаемого материала в будущей профессиональной и общественной деятельности	8
11	Творческий подход и интерес к своему делу	8
12	Доброжелательность и такт по отношению	8
13	Терпение	7
14	Требовательность	8
15	Заинтересованность в успехах	8
16	Объективность в оценке знаний	7
17	Уважительное отношение	8
18	Располагает к себе высокой эрудицией	7
19	Располагает к себе манерой поведения, внешним видом	8
Итого:		7,63

Оценки выставлялись по 9-балльной шкале, где 9-8 баллов – качество проявляется всегда и практически всегда; 7-8 баллов – часто; 4-5 баллов – на

уровне 50%; 3-2 балла – редко; 1 балл – качество практически отсутствует; 0 баллов – “не могу оценить”.

После окончания изучения крупных разделов обязательно проводилось тестирование для выявления качества и количества накопленного знания, степени сформированности навыков работы с изучаемыми программами и понимания основных принципов их работы. После тестирования, когда будут получены окончательные результаты по всей группе, преподаватель имеет возможность составить “таблицу успеваемости” по группе, где будут учитываться не только результаты тестирования, но и успешность выполнения практических работ, активное участие в дискуссиях и т.д. Как правило, такие сводки данных, с итоговой раздачей “призовых мест” подстегивают соревновательный дух и в то же время являются весомым поощрением для активных.

Третий этап экспериментальной работы – повторное обследование обоих классов проводился по аналогичной первому этапу методике. Было проведено тестирование, после которого каждому было предложено по 2 задания. На этом этапе также фиксировались данные по трем параметрам: объем знаний (w), объем умений (u) и степень понимания (r).

Полученные результаты иллюстрирует таблица 4.

Таблица 4.

Результаты повторного обследования уровня обученности учащихся

Ташкентский автомобильно дорожный институт					
Контрольная группа			Экспериментальная группа		
w	u	r	w	u	r
61,3	32,7	29,1	71,5	58,2	59

Во второй части исследовательской процедуры проводим обработку полученных результатов. Количественный результат проверки в экспериментальных группах объема знаний (w), умений (u) и степени понимания (r) обозначим условно Э₁; результат проверки тех же показателей

после проведения занятий по предлагаемой методике, условно обозначим \mathcal{E}_2 . Соответственно, в контрольных группах аналогичные результаты проверок будут обозначаться как K_1 и K_2 .

Результаты всех проведенных контрольных срезов представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Предварительный и повторное обследования уровня обученности

Контрольная группа			Экспериментальная группа		
\mathcal{E}_1 (%)			K_1 (%)		
w	u	r	w	u	r
50.45	28.2	29.05	51.5	28.35	27.65

Тогда прирост знаний и умений, полученный в результате предусмотренной программой исследования занятия, можно найти так:

$$P_{\mathcal{E}} = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1;$$

Где P – прирост,

\mathcal{E} – результаты проверки экспериментальной группы.

Тогда для объема знаний прирост составит:

$$P_{\mathcal{E}w} = 72,3 - 51,5 = 20,8 \text{ (\%)};$$

Для объема умений:

$$P_{\mathcal{E}u} = 58,15 - 28,35 = 29,8 \text{ (\%)};$$

Для определения степени понимания:

$$P_{\mathcal{E}r} = 56,3 - 27,65 = 28,65 \text{ (\%)};$$

Аналогично высчитываются данные контрольной группы:

$$K_{\mathcal{E}w} = 60,75 - 50,45 = 10,3 \text{ (\%)};$$

Для объема умений:

$$P_{\mathcal{E}u} = 33,95 - 28,2 = 5,75 \text{ (\%)};$$

Для определения степени понимания:

$$P_{\mathcal{E}r} = 31,5 - 29,05 = 2,45 \text{ (\%)};$$

Разница P прироста в двух группах вычисляется так:

$$P = P_{\mathcal{E}} - P_K;$$

Разница прироста для объема знаний составит:

$$P_w = 20,8 - 10,3 = 10,5 (\%);$$

Разница прироста для объема умений составит:

$$P_u = 29,8 - 5,75 = 24,05 (\%);$$

Разница прироста для степени понимания составит:

$$P_r = 28,65 - 2,45 = 26,2 (\%);$$

Окончательные результаты наглядно проиллюстрированы в следующей таблице 6.

Таблица 6

Анализ результатов обученности студентов

Наименование параметра	w	u	r
Прирост в контрольной группе	10,3	5,75	2,45
Прирост в экспериментальной группе	20,8	29,8	28,65
Разница прироста	10,5	24,05	26,2

Вывод

Результаты экспериментального исследования демонстрируют, что применение методов активизации познавательной деятельности в учебном процессе позволяет сформировать устойчивые познавательные интересы, которые становятся основной побудительной силой познания, а потому способствуют росту производительности процесса обучения, сознательному, инициативному и творческому отношению к нему.

В ходе реализации экспериментальной методов активизации познавательной деятельности нам удалось добиться совершенствования, тем самым повышения не только количественных характеристик результатов обучения (объем знаний, объем умений), но и качественных (степень понимания учебного материала). Были сформированы навыки контроля, самоконтроля, самообучения.

Как видно из таблицы 5, применение методов активизации познавательной деятельности при изучении предмета “ДСМ”, позволило

повысить показатели объема знаний на 10,5%, объема умений – на 24,5%, а степени понимания учебного материала – на 26,2%

Если в начальный период обучения преподавателю приходилось много времени уделять вопросам дисциплины, то со временем, когда у студентов был сформирован устойчивый интерес к занятиям, к изучаемому предмету, вопросы “наведения порядка” в группе отпали сами собой.

Обсуждения лекций на практических занятиях имеют значение, как для преподавателя, так и для студентов. Преподаватель может проконтролировать уровень усвоения нового материала, исправить типичные ошибки в трактовке понятий, законов и т.д. Студенты активно включаются в общий диалог, учатся грамотно выражать свои мысли, отстаивать своё мнение, применяя веские аргументы (а для этого, как правило, необходимо пересмотреть дополнительную литературу по данной теме), кроме того, воспитывается уважительное отношение к чужому мнению, умение выслушать собеседника, понять его точку зрения. Использование перечисленных нами методов активизации познавательной деятельности способствует повышению критичности и самостоятельности суждений студентов, воспитывает независимость от чужого мнения, учит находить весомые аргументы и опираться на них.

Предлагаемую методику совершенствования преподавания курса «ДСМ» можно использовать для изучения и других специальных дисциплин. Конечно, следует учитывать, что при изучении технических дисциплин необходимо выделить больше времени для практических заданий, для решения примеров, задач.

Предлагаемая методика решает проблемы путем постоянного чередования видов деятельности студентов: от восприятия материала – к практической деятельности, от активного сеанса, требующего произвольного запоминания – к пассивному восприятию.

Литература:

1. Каримов Ислам Абдуганиевич "Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана". Т. Узбекистан, 2009.
2. Каримов И.А. "Наша главная задача - дальнейшее развитие страны и повышение благосостояния народа". Газета "Народное слово". № 21 от 30.01.2010.
3. Курбанов Ш.Э., Сейтхалилов Э.А. "Национальная модель и программа по подготовке кадров достижение и результат независимости Узбекистана". Ташкент, 2001.
4. Аскарходжаев Т.И. Ер казиш ва йул курилиш машиналарининг хисоби ва назарияси. Тошкент «Фан ва технология» «2006»
5. Аскарходжаев Т.И., Шукуров Р. У. Йул курилиш машиналарининг тузилиши ва улардан фойдаланиш. Тошкент "Шарк" 2007.
6. Алексеева Т. В. "Дорожные машины" Машины для земляных работ. М.:Высшая школа, 1982.
7. Абрамович И.И., Березин В.Н., Яуре А.Г. Грузоподъемные краны промышленных предприятий. М.: Машиностроение, 1989.
8. Абрамович И.И., Котельников Г.А. Козловые краны общего назначения. М.: Машиностроение, 1983.
9. Александров М.П. Грузоподъемные машины: Учеб. для вузов. М.: Изд-во МГТУ, Высш. шк., 2000.
10. Андриенко Н.Н. Стреловые самоходные краны. Кн. 1, 2, Одесса: Астропринт, 2001.
11. Дорожные машины. Машины для устройства дорожных покрытий / К.А. Артемьев, Т.В. Алексеева, В.Г. Белокрылов и др. М.: Машиностроение, 1982.
12. Лифты Г.Г. Архангельский, Д.П. Волков, Э.А. Горбунов и др.; Под ред. Д.П. Волкова. М.: Изд-во АСВ, 1999.
13. Баловнев В.И. Дорожно-строительные машины и комплексы. Омск: Изд-

воСибАДИ,2001.

14. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов С ДМ. М.: Машиностроение, 1994.
15. Подвесные канатные дороги / М.Б. Беркман, Г.Н. Бовский, Г.Г. Куйбида, Ю.С. Леонтьев. М.: Машиностроение, 1984.
16. Электрооборудование кранов / А.П. Богословский, Е.М. Певзнер, Н.Ф. Семерня и др. М.: Машиностроение, 1983.
17. Брауде В.И., Семенов Л.Н. Надежность подъемно-транспортных машин. Л.: Машиностроение, 1986.
18. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины. М.: Машиностроение,1989.
19. Волков Д.П. Строительные машины. М.: Высш. шк. 1988.
20. Волков Д.П. Машины для земляных работ. М.: Машиностроение, 1992.
21. Добронравов С.С, Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. М.: Высш. шк, 2001.
22. Живейнов Н.Н., Карасев Г.Н., Цвей И.Ю. Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин: Учеб. для вузов. М.: Машиностроение, 1988.
23. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта: Учеб. для вузов. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1987.
24. Карнаухов Н.Н., Тархов А.И. Приводы траншейных экскаваторов.М.: Недра, 1999.
25. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы: Справочник. М.: Машиностроение, 1988.
26. Кузин Э.Н. Строительные машины: Справочник Т. 1: Машины для строительных, промышленных, гражданских сооружений и дорог. М., 1991.
27. Шейнин А.М. Эксплуатация дорожных машин. М.: Транспорт, 1992.
28. Темнов Н.Г. «Конструктивные системы в природе и строительной технике». Л.Стройиздат. 1987.
29. Гулямов С.С., Перегудов Л.В. «Основы системного подхода в науке и технике». Ташкент. 2002.

30. Янсон Р.А. «Базовые машины». Часть I, II. Москва. 2005.
31. Икрамов У.А. «Трибоника». Ташкент. «Шарк». 2003.
32. Лебедев О.В., Хакимзянов Р.У. "Мехатронные системы машин". АНРУз. Ташкент 2010. 219 с.
33. Волков Д.П. «Машины для земляных работ». М.:Высшая школа. 1993.
34. Махкамов К.Х. «Расчет износостойкости машин». Учебное пособие. Ташкент ТашГТУ 2002.
35. Тожиев А. "Курилиш машиналари". Тошкент. 2002.

Интернет сайты.

Китай	China national	(стр. и дор. техника)	<u>www.aslg.com.ch</u>
Италия	Comamoter	(эксп. оргхозтранс)	<u>www.unacoma.com</u>
США	Connexpro Asia 2007	(Гуанчжоу 12.2007)	<u>www.connexpoasia.com</u>
Италия	Cosben	3м ПТМ	<u>www.cosben-it.com</u>
Южная Корея		экск. пор	<u>www.amcodor.ru</u>
Польша		бульд-рыхл.	<u>www.dressta.com.pl</u>
Италия		гидродробилки	<u>www.indeca.it</u>
I в Европ		строит техн.	<u>www.jsb.com</u>
Posch.Mobile GmbH			<u>www.poschmobile.de</u>
Москва T130-170			<u>www.ralot.ru</u>
Китай Shanhay	vostosun	Industria	<u>www.vostosun.com</u>
Italy Medesano	(Parma)		<u>www.socomecspa.com</u>
Китай		дробилки дроб установки	<u>www.yfmac.com</u>
Zoomlion		фирмы Rexrofh, HBS, Prker	<u>www.zoomlion.com</u>
			<u>www.zoomlion.ru</u>
Украина		машина на базе МТЗ и ЮМЗ	<u>www.impeca.ru</u>
Весема		ЗАО ямочный ремонт и др.	<u>www.becema.ru</u>
Bobcat		mini экскаватор, погрузчик и др.	<u>www.bobcat.com</u>