

# Глава 16

## БУРОВОЕ И ЦЕМЕНТИРОВОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Строительство нефтяных и газовых скважин в связи с большим разнообразием геологических и географических условий требует использования разнообразных технических средств: буровых установок, включающих в свой комплект различные машины и механизмы; технических средств для морского бурения; специальных видов оборудования устья скважин и забойных двигателей; специфического цементировочного оборудования и оснастки.

### 16.1. БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Буровые установки (БУ) представляют собой совокупность наземных сооружений, бурового оборудования и механизмов, силового привода, контрольно-измерительных приборов, вспомогательных грузоподъемных механизмов, средств автоматизации и механизации трудоемких и тяжелых процессов. БУ должны соответствовать целям бурения, конструкциям скважин, климатическим, геологическим и географическим условиям. В связи с этими требованиями БУ можно разделить на три основные группы: для геологоразведочного бурения; для эксплуатационного и глубокого разведочного бурения; для сверхглубокого разведочного и эксплуатационного бурения.

Основной объем буровых работ в нефтяной и газовой промышленности выполняется БУ двух последних групп. С помощью буровых установок для геологоразведочного бурения бурят вращательным способом, используя вращатель роторного или шпиндельного типа, с очисткой забоя от выбуренной породы промывкой водой или глинистым раствором буровыми насосами, продувкой забоя компрессорами, а также при помощи шнеков. Можно выделить следующие типы буровых установок для геологоразведочного бурения:

с транспортировкой выбуренной породы с помощью шнековой колонны ШАК-4 (до 30 м), УШ-2Т (до 60 м), УШБТ-М (до 75 м);

для колонкового бурения УКБ-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 с соответствующими глубинами бурения до 12,5/25, 50/100, 200/300, 300/500, 500/800, 800/1200, 1200/2000, 2000/3000 (в числителе и знаменателе указаны глубины бурения в м при использовании соответственно твердых сплавов и алмазов);

легкие самоходные буровые установки для роторного бурения УРБ2А (до 200 м), УРБ-ЗАМ (до 300 м) и 1БА15В (до 500 м).

Буровые установки для бурения скважин на нефть и газ глубиной от 1500 до 8000 м предназначены для вращательного способа бурения ротором

или забойными двигателями (турбобур, электробур и объемные забойные двигатели) с приводом от ДВС и электроприводом.

Современные буровые установки представляют собой сложные инженерные комплексы, обычно включающие в свой состав: буровые сооружения (вышка, основания, укрытия, мостки и стеллажи для бурильных и обсадных труб); спускоподъемное оборудование (лебедка, кронблок, талевый блок, крюк и крюкоблок); оборудование для выноса выбуренной породы из скважины и удаления последней из системы циркуляции (буровые насосы или компрессоры, циркуляционные системы, сита, песко- и илоотделители, устройства для приготовления буровых растворов и ввода различных реагентов); оборудование для вращения бурильной колонны (ротор, вертлюг); силовой привод; средства автоматизации и механизации спускоподъемных операций и подачи долота; противовыбросовое оборудование; контрольно-измерительные приборы.

Наличие большого числа элементов, их размеры и массовые характеристики обуславливают сложность транспортирования, монтажа и демонтажа буровых установок. Указанные операции по способу их осуществления могут быть подразделены на крупноблочный, мелкоблочный и поагрегатный методы монтажа и демонтажа.

Крупноблочный метод используют для буровых установок, состоящих из отдельных блоков, в которые объединены несколько агрегатов и узлов, и являющихся отдельной транспортабельной монтажной единицей. Эти блоки перевозят специальными транспортными средствами только по открытой местности. Блок обычно состоит из жестко соединенных между собой цельносварных металлоконструкций, на которых смонтированы агрегаты и узлы буровой установки. Такие блоки перевозят в районах с ровным рельефом при отсутствии на пути следования промышленных и гражданских сооружений, а также иных препятствий, мешающих транспортированию.

Мелкоблочный метод применяют при большей дифференциации блоков, что позволяет перевозить отдельные единицы универсальными транспортными средствами по железной и шоссейной дорогам и с помощью воздушного транспорта. Этот метод используют в сложных природно-географических условиях в труднодоступных районах.

Поагрегатный метод применяют для буровых установок, собираемых из отдельных агрегатов, секций и элементов, которые перевозят универсальными транспортными средствами.

Основания буровых установок представляют собой комплекс металлоконструкций и предназначены для установки на них оборудования, агрегатов и механизмов с целью обеспечения удобной эксплуатации, снижения вредных вибраций, сокращения сроков монтажа и демонтажа. В зависимости от размещаемого на них оборудования основания разделяют на следующие блоки: вышечный, предназначенный для установки вышки и механизма крепления неподвижной ветви талевого каната; лебедочный; подсвечников; энергетический; насосный; элементов для приготовления буровых растворов.

Число используемых блоков зависит от типа буровых установок, габаритов и массы устанавливаемого оборудования. При установке оснований буровых комплексов обычно сооружают фундаменты, которые должны обеспечивать удельное давление (в МПа) на грунт в зависимости от вида пород (не более):

Пластическая глина.....	0,1–0,25
Твердая глина.....	0,3–0,6
Пластический суглинок.....	0,1–0,25
Твердый суглинок.....	0,25–0,4
Сухой песок.....	0,2–0,3
Влажный песок.....	0,15–0,25
Гравий.....	0,5–0,6
Щебень.....	0,4–0,6
Пластический мергель.....	0,3–0,5
Растительная земля.....	0,05

При этом масса фундамента должна обеспечивать поглощение вибрационных нагрузок, быть достаточной для компенсации опрокидывающих моментов, а материал его должен быть устойчивым к температурным и другим атмосферным воздействиям, иметь необходимые прочностные характеристики на сжатие и ударные нагрузки. В бурении используют стационарные и передвижные фундаменты. Первые менее выгодны и обычно используются для бурения скважин на большие глубины с продолжительным сроком строительства. В зависимости от типа оборудования и скважин для сооружения фундаментов используют лесоматериалы, бетоны и металлоконструкции.

Для работы с трубами в процессе бурения с целью их подачи на рабочую площадку к ротору для наращивания бурильной и обсадной колонн в буровые сооружения включают мостки со стеллажами, представляющие собой металлические рамы из нескольких секций, укрепленные на горизонтальных стойках. К раме, перекрытой рельефным железом, приварены рельсы для подающей к наклонному желобу тележки. Мостки соединяют с рабочей площадкой наклонной рамой под обеспечивающим удобное затаскивание труб углом. Для хранения труб у мостков с правой и левой стороны имеются стеллажи из легких металлоконструкций, плоскость продольных балок которых располагается на одном уровне с плоскостью мостков.

Для обеспечения нормальной работы персонала буровой и бурового оборудования в составе буровых сооружений предусмотрены укрытия, которые обычно подразделяются на две группы: укрытия вышки и укрытия привышечных сооружений, в которых установлены силовой привод, буровые насосы, оборудование для приготовления и очистки буровых растворов, спускоподъемные механизмы и др.

Укрытия привышечных сооружений представляют собой металлоконструкции на специальных колоннах, установленных на фундаменте. На колоннах укреплены легкие стропильные фермы. Металлоконструкции также облицовывают защитными листами.

#### 16.1.1. БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ ОАО «УРАЛМАШ»

ОАО «Уралмаш» производит комплектные буровые установки (БУ) и буровое оборудование для бурения нефтяных и газовых скважин глубиной 2500–8000 м с дизельным (Д) и дизель-гидравлическим (ДГ) приводами, электрическим приводом переменного тока (Э) и регулируемым (тиристорным) электроприводом постоянного тока (ЭР) с питанием от промышленных сетей, а также от автономных дизель-электрических станций (ДЕ).

К преимуществам установок относятся:

- высокая приводная мощность исполнительных механизмов;
- широкая гамма приводных систем с различными характеристиками (регулируемыми и нерегулируемыми);

высокая долговечность оборудования, обусловленная оптимальными параметрами механизмов, применением высокопрочных сталей с большим запасом прочности, гарантированным качеством изготовления и контроля комплектующего оборудования;

наличие регуляторов, обеспечивающих автоматическую (заданную оператором) подачу и режимы нагружения инструмента на забой;

высокая степень механизации буровых работ, в том числе спуско-подъемных операций (СПО), за счет использования механизмов АСП, обеспечивающих сокращение времени их выполнения на 40 % (по желанию заказчика возможна поставка установок с ручной расстановкой свечей);

возможность выбора оптимальных режимов бурения благодаря наличию приводных систем и регуляторов подачи долота;

легкость управления и удобство в эксплуатации;

комплектация укрытиями в холодном или утепленном исполнении с системами обогрева рабочих помещений;

возможность кустового бурения скважин в грунтах с низкой несущей способностью (специальное исполнение установок).

Высокие эксплуатационные качества буровых установок подтверждаются многолетней практикой их использования в различных природно-климатических условиях — от Крайнего Севера до тропиков.

Установки обладают универсальными монтажно-транспортными качествами и в зависимости от класса и назначения перевозятся крупными блоками на специальных транспортных средствах (тяжеловозах), секциями (модулями) на трейлерах и поагрегатно транспортом общего назначения. Для установок кустового исполнения (К), предназначенных для бурения скважин на грунтах с низкой несущей способностью, предусмотрена возможность перемещения оборудования в пределах куста блоками с помощью специальных устройств, входящих в комплект поставки.

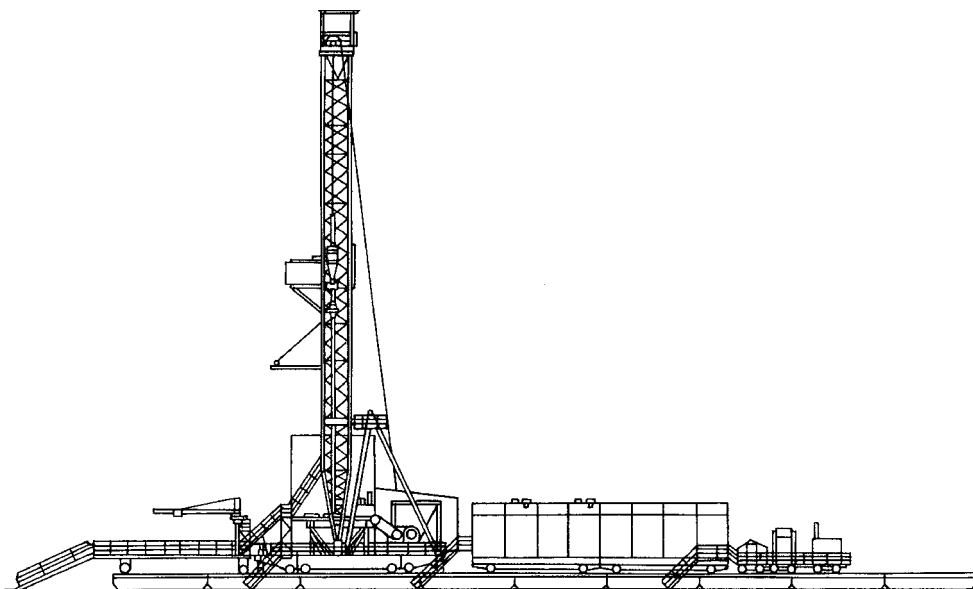


Рис. 16.1. Буровая установка БУ3200/200-2М2Я

Таблица 16.1

## Технические характеристики буровых установок Уралмашзавода

Параметры	Тип буровой установки																
	БУ3200/200ЭУК-2М2, БУ3200/200ЭУК2М2У, БУ3200/200ЭУК-2М2Я	БУ3200/200ЭУ-1М, БУ3200/200ЭУ-1У	БУ3200/200ЭУК-3МА	БУ3200/200АГУ-1М, БУ3200/200АГУ-1У, БУ3200/200АГУ-1Г	БУ5000/320АГУ-1, БУ5000/320АГУ-1Г	БУ5000/320ЭР	БУ5000/320ЭР-0	БУ5000/320ЭУК-Я	БУУНОС320АЕ	БУ6500/400ЭР	БУ5000/450ЭР-Г	БУ8000/500ЭР, БУУНОС500АЕ	НБО-1К	НБО-А	НБО-Э	БОЗД86-1	БОЗД86-2
Допускаемая нагрузка на крюке, кН	2000	2000	2000	3200	3200	3200	3200	3200	4000	4500	5000	2000	2250	2250	3200	3260	
Условная глубина бурения, м	3200	3200	3200	5000	5000	5000	5000	5000	6500	5000	8000	3200	3600	3600	5000	5000	
Скорость подъема крюка при расхаживании колонны, м/с	0,2±0,05	0,1—0,2	0,2	0,2	0,1—0,2	0,1—0,2	0,1—0,2	0,1—0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,19	0,18	0,16	0,16	
Скорость подъема элеватора (без нагрузки), м/с, не менее	1,5	1,5	1,5	1,82	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,6	1,5	1,58	1,5	1,43	1,43	
Расчетная мощность на входном валу подъемного агрегата, кВт	670	670	670	1100	1100	1100	1100	1100	1475	1100	2200	670	710	700	690	690	
Диаметр отверстия в стволе ротора, мм	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	950	700	700	700	700	700	
Расчетная мощность привода ротора, кВт, не более	370	370	280	370	370	370	370	370	440	440	500	370	370	370	218	218	
Мощность бурового насоса, кВт	950	950	950	950	950	950	950	1180	950	1180	1180	600	600	600	600	600	
Вид привода	Э	ЭР	ДГ	ДГ	ЭР	ЭР	ЭР	ЭР	ЭР	ЭР	ЭР/ДЕ	Э	Д	Э	Д	Д	
Площадь подсвечников при размещении свечей диаметром 114 мм, м <sup>2</sup>	4000	4000	4000	6000	6000	6000	6000	6000	8000	5500	8200	4000	—	—	4000	4000	
Высота основания (отметка пола буровой), м	7,2	6,0	7,2	6,0	8,0	8,0	6,2	9,4	8,0	8	8	10	7,2	—	—	6,5	6,5/8,0
Просвет для установки стволовой части превенторов, м	5,7	4,7	5,7	4,7	6,7	6,7	5,0	7,4	6,7	6,7	6,7	8,5	5,7	—	—	5,2	5,2/6,7

Таблица 16.2

## Комплектность буровых установок и наборов бурового оборудования

Механизмы и агрегаты	БУ3200/200ЭУК-2М2, БУ3200/200ЭУК-2М2У, БУ3200/200ЭУК-2МЯ	БУ3200/200ЭУК-3МА	БУ3200/200ДГУ-1М, БУ3200/200ДГУ-1У, БУ3200/200ДГУ-1Т*	БУ3200/200ЭУ-1М, БУ3200/200ЭУ-1У	НБО-1К	БУ5000/320ЭУК-Я
Лебедка буровая	ЛБУ22 – 720	ЛБУ22 – 670	ЛБУ22 – 720	ЛБУ22 – 720	ЛБУ22 – 720	ЛБУ37 – 1100
Насос буровой	УНБТ-950А	УНБТ-950А	УНБТ-950А	УНБТ-950А	УНБ-600А	УНБТ-950А
Ротор	Р-700	Р-700	Р-700	Р-700	Р-700	Р-700
Комплекс механизмов АСП	–	АСП-3М1	АСП-3М1	АСП-3М1	–	–
Кронблок	УКБ-6 – 250	УКБА-6 – 250	УКБА-6 – 250	УКБА-6 – 250	УКБ-6 – 250	УКБ-6 – 400
Талевый блок	–	УТБА-5 – 200	УТБА-5 – 200	УТБА-5 – 200	–	–
Крюкоблок	УТБК-5 – 225	–	–	–	УТБК-5 – 225	УТБК-5 – 320
Вертлюг	УВ-250МА	УВ-250МА	УВ-250МА	УВ-250МА	УВ-250МА	УВ-320МА
Вышка	ВМР-45×200У	ВМА-45×200 – 1	ВМА-45×200 – 1	ВМА-45×200 – 1	ВМР-45×200У	ВМР-45×320
Привод основных механизмов	Лебедки и ротора: электродвигатель АКБ-13 – 62 – 8 – УХЛ2 Буровых насосов: электродвигатель АКСБ-15-54 – 6 – УХЛ2	Лебедки, ротора и буровых насосов: электродвигатели 4ПС450-1000 – УХЛ2	Лебедки, ротора и буровых насосов: групповой от трех силовых агрегатов типа СА-10	Лебедки и ротора: электродвигатель АКБ-13 – 62 – 8 – УХЛ2 Буровых насосов: электродвигатель АКСБ-15 – 54 – 6 – УХЛ2	Лебедки, ротора и насосов: индивидуальный от электродвигателя 4ПС450-1000 – УХЛ2	Лебедки, ротора и насосов: индивидуальный от электродвигателя 4ПС450-1000 – УХЛ2
Циркуляционная система	ЦС3200ЭУК-2М – VI	–	ЦС3200 – VI ЦС3000ДГУ-1Т*	ЦС3200 – 01 – VI	ЦС3200ЭУК-2М – VI	–

Продолжение табл. 16.2

Механизмы и агрегаты	БУ5000/320ДГУ-1Т, БУ5000/320ДГУ-1,	БУ5000/320ЭР-0	БУ5000/320ЭР, БУUNOC320ДЕ	БУ5000/450ЭР – Т	БУ6500/450ЭР	БУ8000/500ЭР	БУUNOC500ДЕ
Лебедка буровая	ЛБУ37 – 1100Д	ЛБУ37 – 1100	ЛБУ37 – 1100	ЛБУ42 – 1100Т	ЛБУ2000ПМ	ЛБУ3000ПМ1	ЛБУ3000ПМ1
Насос буровой	УНБТ – 950А	УНБТ – 950А	УНБТ – 950А	УНБТ – 1180А1	УНБТ – 950А	УНБТ – 1180А1	УНБТ – 1180А1
Ротор	Р – 700	Р – 700	Р – 700	Р – 700	Н – 700	Р – 9500	Р – 700
Комплекс механизмов АСП	АСП-3М4	АСП-3М4	АСП-3М4	–	АСП-3М5	АСП-3М6	АСП-3М6
Кронблок	УКБА-6 – 400	УКБА-6 – 400	УКБА-6 – 400	УКБ-7 – 500	УКБА-7 – 500	УКБА-7 – 600	УКБА-7 – 600
Талевый блок	УТБА-5 – 320	УТБА-5 – 320	УТБА-5 – 320	–	УТБА-6 – 400	УТБА-6 – 500	УТБА-6 – 500
Крюкоблок	–	–	–	УТБК-6 – 450	–	–	–
Вертлюг	УВ-320МА	УВ-320МА	УВ-320МА	УВ-450МА	УВ-450МА	УВ-320МА, УВ-450МА	УВ-450МА
Вышка	ВМА-45×320	ВМА-45×320	ВМА-45×320	ВУ-54×450	ВУ-45×400	ВУ-45×500А	ВУ-45×500А

Привод основных механизмов	Лебедки, ротора и буровых насосов: групповой от 4 силовых агрегатов типа СА-10	Буровой лебедки: электродвигатель 4ПС-450 – 1000 – УХЛ2 Буровых насосов: электродвигатель 4ПС-450 – 1000 – УХЛ2		Лебедки, ротора и буровых насосов: индивидуальный от электродвигателей 4ПС-450 – 1000 – УХЛ2	Лебедки: электродвигатель ДПЗ 99/85 – 6КМ2 Ротора и буровых насосов: электродвигатели 4ПС-450 – 1000 – УХЛ2	Лебедки: электродвигатели ДПЗ 99/85 – 6КМ2 Ротора и буровых насосов: электродвигатели 4ПС-450 – 1000 – УХЛ2
Циркуляционная система	ЦС5000ДГУ-1Т, ЦС5000ДГУ-1	ЦС5000ЭУ	ЦС5000ЭР – VI	ЦС5000, 450ЭР – Т	ЦС6500ЭР	ЦС8000ЭР   Комплекс оборудования зарубежных фирм

Продолжение табл. 16.2

Механизмы и агрегаты	НБО-Э	НБО-Д	БОЗД86-1	БОЗД86-2
Лебедка буровая	ЛБУ-1200	ЛБУ-1200	ЛБУ-1200Д – I	ЛБУ-1200Д – II
Насос буровой	УНБ-600А	УНБ-600А	УНБ-600А	УНБ-600А
Ротор	Р-700	Р-700	Р-700	Р-700
Комплекс механизмов АСП	–	–	–	–
Кронблок	УКБ-6 – 270	УКБ-6 – 270	УКБ-7 – 400	УКБ-7 – 400
Талевый блок	УТБ-5 – 225	УТБ-5 – 225	УТБ-6 – 320	УТБ-6 – 320
Крюкблок	УТБК-5 – 225	УТБК-5 – 225	УТБК-6 – 320	УТБК-6 – 320
Вертлюг	УВ-250МА	УВ-250МА	УВ-320МА	УВ-320МА
Вышка	–	–	–	ВМР-45×320 – I
Привод основных механизмов	Лебедки и ротора: электродвигатель АКБ-13 – 62 – 8 – УХЛ2 Буровых насосов: электродвигатель СДБМ99/46 – 8 – УХЛ2		Лебедки, ротора и одного бурового насоса: групповой от 3 дизелей В2500ТКС4 Второго бурового насоса: групповой от 2 дизелей В2500ТКС4	
Циркуляционная система	–	–	–	–

Примечания. 1. Циркуляционная система может поставляться в любой комплектации, включая оборудование зарубежных фирм.  
2. Допускается любая комплектация оборудования по требованию заказчика.

В табл. 16.1 даны технические характеристики буровых установок и наборов бурового оборудования, в табл. 16.2 указаны основные комплектующие механизмы и агрегаты.

На рис. 16.1 приведен общий вид одной из установок.

В буровых установках с дизель-электрическим приводом БУUNOC 500ДЕ и БУUNOC320ДЕ в качестве источника энергии используются дизель-электрические станции фирмы Caterpillar, а для очистки бурового раствора — оборудование зарубежных фирм.

### **Буровые лебедки**

Буровые лебедки конструкции Уралмашзавода характеризуются высокой приводной мощностью, оптимальными соотношениями диаметра барабана и талевого каната, оборудованы надежными тормозными системами и регуляторами подачи долота на забой, а также механизмами для правильной укладки талевого каната на барабане.

Шифр лебедок: ЛБУ22—720 — лебедка буровая Уралмашзавода, натяжение ходового конца талевого каната 22 т (220 кН), расчетная мощность на входном валу лебедки 720 кВт. В некоторых шифрах указывается только расчетная мощность (например, ЛБУ3000).

Шифр вспомогательного тормоза: ТЭИ-710—45 — тормоз электрический индукционный, 710 — расстояние от основания лебедки до оси (мм), 45 — максимальный тормозной момент (кН·м); УТГ-1450 — уралмашевский тормоз гидродинамический, активный (максимальный) диаметр — 1450 мм.

В табл. 16.3 приведены параметры буровых лебедок, а на рис. 16.2 — общий вид лебедки ЛБУ37—1100.

Регуляторы подачи долота (РПД), характеристики которых приведены в табл. 16.4, позволяют автоматически поддерживать заданную оператором (бурильщиком) скорость подачи инструмента и в случае необходимости могут быть использованы в качестве аварийного привода для подъема бурильной колонны, а также при подъеме и опускании буровой вышки.

### **Буровые насосы**

Завод «Уралмаш» выпускает буровые насосы двух типов: двухпоршневой насос двустороннего действия — дуплекс УНБ-600А (рис. 16.3) и трехпоршневые насосы одностороннего действия — триплекс УНБТ-950А, УНБТ-1180А1 и УНБТ-750 (рис. 16.4).

Шифр насосов УНБ-600А — уралмашевский насос буровой мощностью 600 кВт; УНБТ-950А — уралмашевский насос буровой трехпоршневой мощностью 950 кВт.

Эти насосы характеризуются оптимальными параметрами кривошипно-шатунного механизма, надежным исполнением гидравлической и механической частей, оборудованы компенсаторами на входе и выходе, системой смазки трущихся частей, консольно-поворотными кранами для облегчения работ по замене сменных деталей и узлов гидравлической части, а также автоматическими предохранительными клапанами.

В табл. 16.5 приведены параметры буровых насосов, в табл. 16.6—16.8 — характеристики (подача, давление) на различных втулках, в табл. 16.9 — размеры насосов.



Таблица 16.3

## Параметры буровых лебедок

Показатели	Буровые лебедки							
	ЛБУ22 – 720	ЛБУ22 – 670	ЛБУ37 – 1100	ЛБУ2000ПС	ЛБУ3000М1	ЛБУ – 1200	ЛБУ – 1200(Δ – 1)	ЛБУ – 1200(Δ – 2)
Максимальное усилие в канате, кН	220	220	370	365	460	273	289	289
Расчетная мощность на входном валу, кВт	720	670	1100	1475	2200	710	690	690
Диаметр талевого каната, мм	28	28	35	35	38	32	32	32
Диаметр бочки барабана, мм	650	500	685	835	935	800	800	800
Длина бочки барабана, мм	840	1180	1373	1445	1540	1030	1030	1030
Число скоростей лебедки (с учетом коробки скоростей)/на ротор	4	2	4	2	2	5/4	5/4	5/4
Диаметр тормозных шайб, мм	1180	900	1270	1450	1600	1450	1450	1450
Ширина тормозной колодки, мм	230	230	230	230	260	230	230	230
Тип вспомогательного тормоза	ТЭИ-710 – 45	ТЭИ-710 – 45	ТЭИ-800 – 60	Основной электродвигатель		УТГ-1450	УТГ-1450	УТГ-1450
Габаритные размеры, мм:								
длина	6854	7866	8333	8430**	8725**	7250	7407	7430
ширина	3208*	3100	3230*	3480**	3464**	3545	2776	2903
высота	2695	2207	2208	2540**	2560**	2865	2420	2420
Масса, кг	31 490	34 000	39 050	39 330**	49 200**	26 320	23 875	24 450

\* Транспортный размер.

\*\* Параметры приведены без основного электродвигателя.

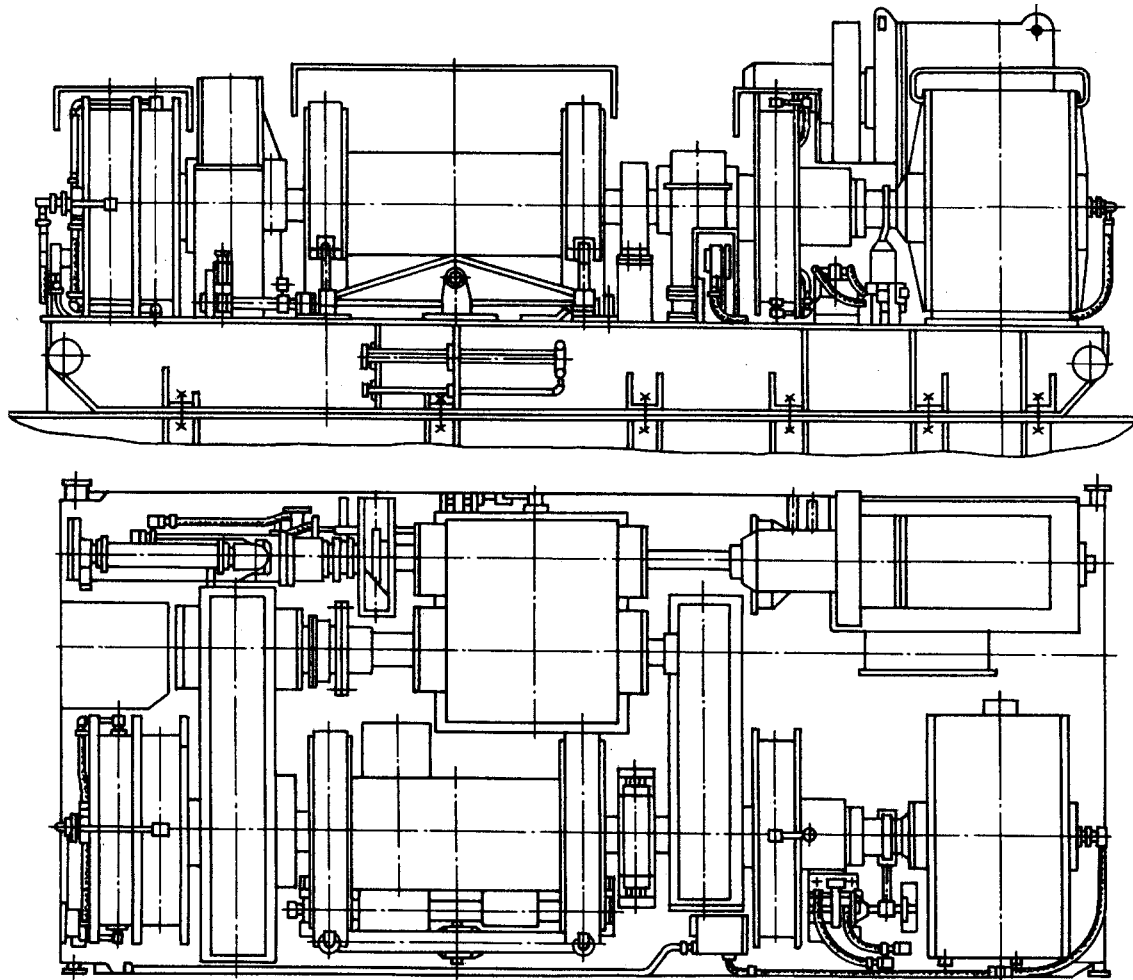


Рис. 16.2. Буровая лебедка  
ЛБУЗ7-1100

Таблица 16.4

**Параметры регуляторов подачи долота**

Показатели	Буровые установки							
	БУ3200/200 с дизель- гидравлическим и электрическим (переменного то- ка) приводами	БУ3200/ 200ЭУК-3МА	БУ5000/ 320ДГУ-1, БУ5000/ 320ДГУ-Т	БУ5000/ 320ЭР-О, БУ5000/ 320ЭУК-Я, БУУНОС 320ДЕ	БУ5000/ 320ЭР	БУ6500/ 400ЭР	БУ8000/ 500ЭР	БУУНОС/ 500ДЕ
Мощность электродвигателя, кВт	55	90	53/55	90	90	90	75	90
Номинальная частота вращения вала электродвигателя, об/мин	1120	1000	1000	1000	1000	1180	630	1000
Передаточное число редуктора	31,5	25	50	105	50	50	50	50
Максимальное усилие, развиваемое на канате буровой лебедки, кН	1800	2200	3200	3200	3200	3400	3400	3400
Скорость подачи инструмента, м/с	0,02	0,035	0,024	0,027/0,135	0,024	0,02	0,023	0,023
Габаритные размеры, мм:								
длина	1762	2400	2295	1890	1890	2100	2355	2100
ширина	1587	3150	1610	1782	1782	2175	2185	2175
высота	1427	1980	955	1728	1728	1633	1275	1663
Масса, кг	1462	4555	1951	3240	3265	5470	5243	5470

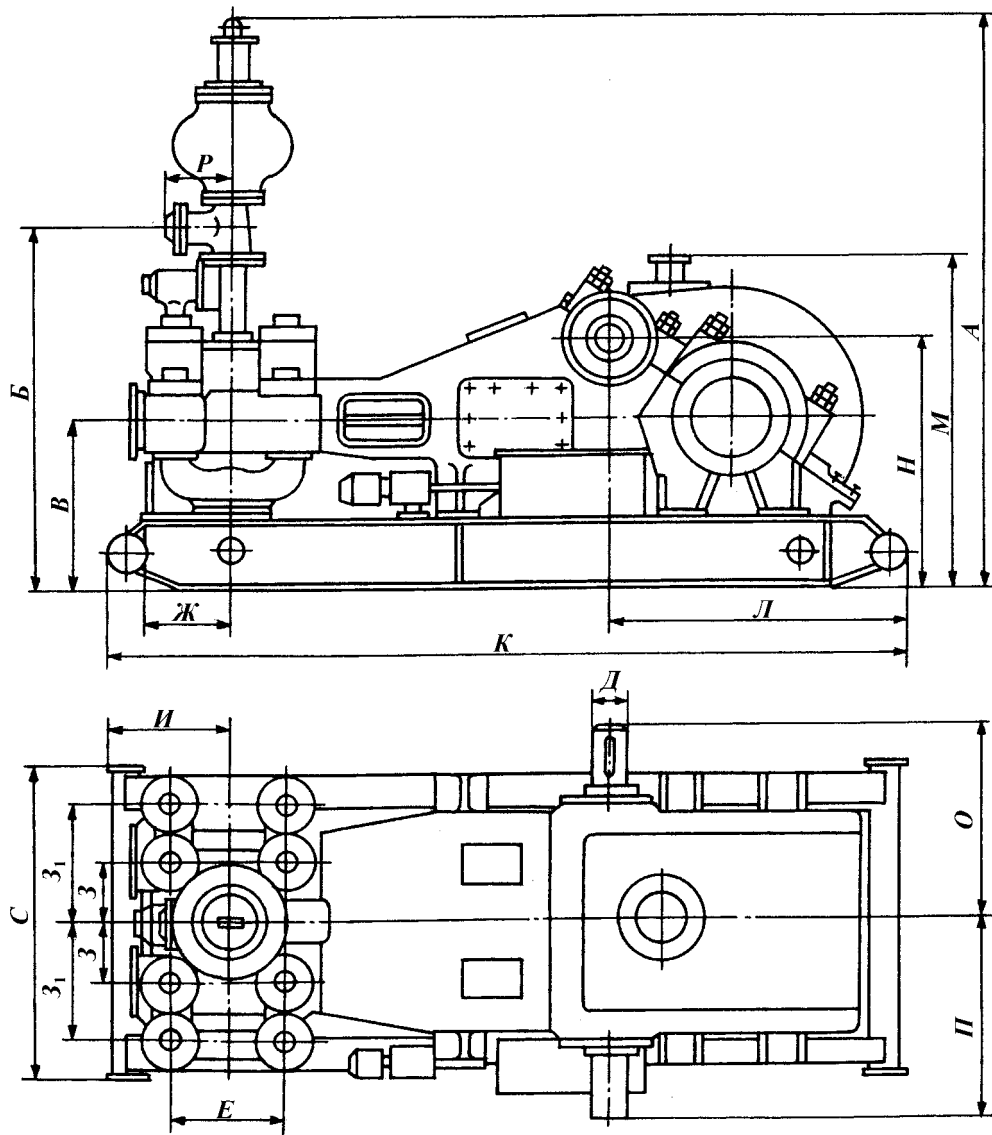


Рис. 16.3. Буровой насос УНБ-600А

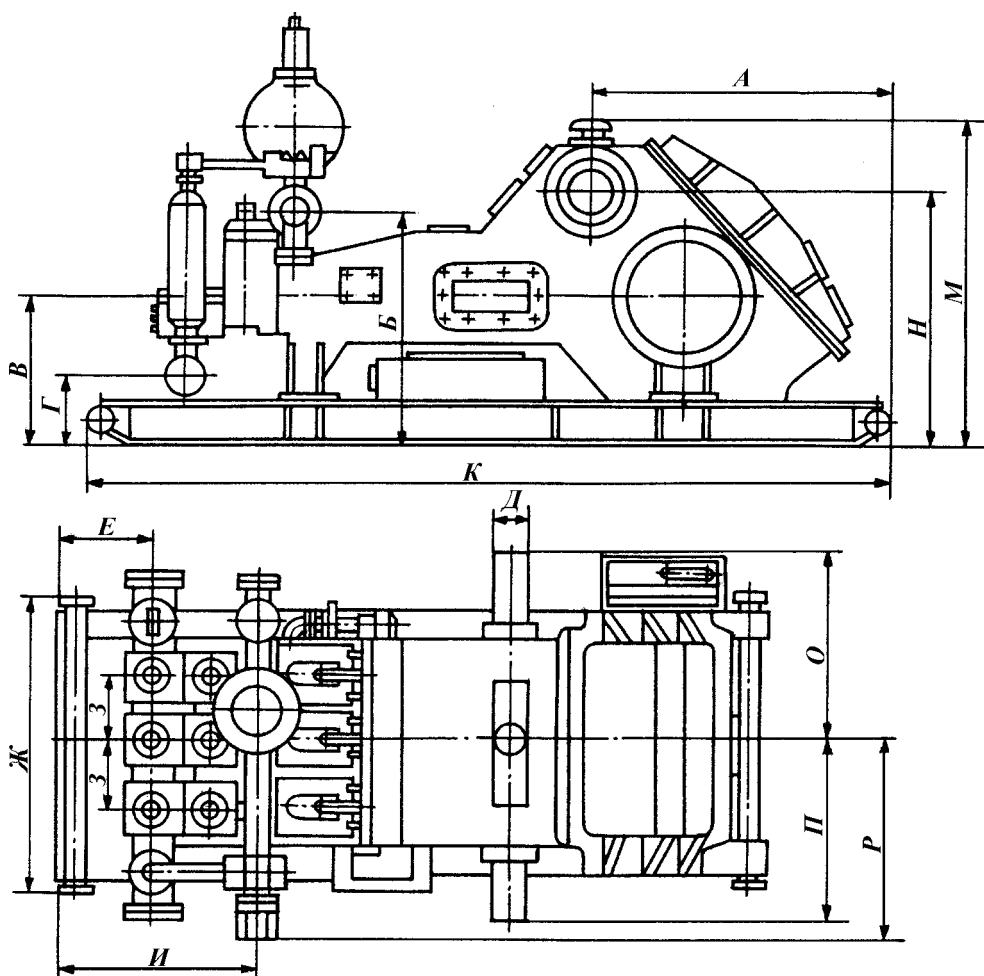


Рис. 16.4. Буровой насос УНБТ-750

Таблица 16.5

Параметры буровых насосов

Показатели	Насосы		
	УНБ-600А	УНБТ-950А, УНБТ-1180А1	УНБТ-750
Мощность насоса, кВт	600	950/1180	750
Число цилиндров	2	3	3
Максимальное число ходов поршня в минуту	65	125	160
Максимальная частота вращения входного вала, об/мин	320	556	687
Длина хода поршня, мм	400	290	250
Максимальное давление на выходе, МПа	25	32	35
Максимальная идеальная подача, л/с	51,9	46	50,7
Размер клапана по стандарту АНИ	№ 9	№ 7	№ 7
Тип зубчатой передачи	Косозубая	Шевронная	Шевронная

Продолжение табл. 16.5

Показатели	Насосы		
	УНБ-600А	УНБТ-950А, УНБТ-1180А1	УНБТ-750
Передаточное число редуктора	4,92	4,448	4,307
Гидравлический блок	Литой	Кованый	Кованый
Условный проход, мм:			
входного коллектора	275	250	250
выходного коллектора	109	100	100
Габаритные размеры базовой модели, мм:			
длина	5100	5390	5030
высота	1877	2204	2057
ширина	2626	2757	2530
Масса базовой модели, кг	22 985	22 800/22 810	17 180
Диаметр шкива, мм	1400, 1700, 1800	1000/710	818
Тип пневмокомпенсатора на выходе		Сферический	
Высота насоса с краном, мм	3976	3620	3684
Ширина насоса со шкивом, мм	3016	3205	2961
Масса насоса с компенсатором, шкивом и краном, кг	25 500 – 26 310	24 468 – 24 475	18 560

Примечание. Параметры базовой модели приведены без шкива, компенсатора и консольно-поворотного крана.

Таблица 16.6

**Характеристика буровых насосов УНБТ-950А и УНБТ-1180А1**

Диаметр поршня, мм	Предельное давление на выходе из насоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		Подача идеальная, л/с, при частоте ходов поршня в минуту							
	УНБТ-950А	УНБТ-1180А1	125	115	100	85	75	50	25	1
180	19,0 (190)	23,5 (235)	46,0	42,3	36,8	31,3	27,6	18,4	9,2	0,368
170	21,0 (210)	26,5 (265)	41,0	37,7	32,8	27,9	24,6	16,4	8,2	0,328
160	24,0 (240)	30,0 (300)	36,4	33,5	29,12	34,7	21,84	14,56	7,28	0,2911
150	27,5 (275)	32,0 (320)	31,9	29,3	25,52	21,7	19,14	12,76	6,38	0,255
140	32,0 (320)	32,0 (320)	27,8	25,5	22,24	18,9	16,68	11,12	5,56	0,222

Таблица 16.7

**Характеристика бурового насоса УНБ-600А**

Диаметр поршня, мм	Предельное давление на выходе из насоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Подача идеальная, л/с, при частоте ходов поршня в минуту								
		65	60	50	40	30	20	10	1	
200	10,0 (100)	51,9	47,9	39,9	31,9	23,9	16,0	8,0	0,798	
190	11,5 (115)	45,7	42,2	35,2	27,7	21,1	14,1	7,0	0,703	
180	12,5 (125)	42,0	38,8	32,3	25,8	19,4	12,9	6,5	0,646	
170	14,5 (145)	36,0	33,2	27,7	22,2	16,6	11,0	5,5	0,554	
160	16,5 (165)	31,5	29,1	24,2	18,4	14,4	9,7	4,8	0,485	
150	19,0 (190)	27,5	25,4	21,2	16,9	12,7	8,6	4,3	0,429	
140	22,5 (225)	23,3	21,5	17,9	14,3	10,7	7,2	3,6	0,358	
130	25,0 (250)	19,7	18,9	15,2	12,1	9,1	6,1	3,0	0,303	

Таблица 16.8

**Характеристика бурового насоса УНБТ-750**

Диаметр поршня, мм	Предельное давление на выходе из насоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Подача идеальная, л/с, при частоте ходов поршня в минуту							
		160	140	125	115	100	75	50	1
180	13,5 (135)	50,7	44,4	39,6	36,5	31,7	23,8	15,85	0,317
170	15,2 (152)	45,2	39,5	35,3	32,4	28,2	21,2	14,1	0,282
160	17,1 (171)	40,2	35,1	31,4	28,8	25,1	18,8	12,5	0,251
150	19,6 (196)	35,2	30,8	27,5	25,3	22,0	16,5	11,0	0,220
140	22,4 (224)	30,7	25,2	23,7	21,8	19,0	14,2	9,5	0,19
130	26,0 (260)	26,5	23,2	20,7	19,1	16,6	12,4	8,3	0,166
120	35,0 (350)	22,0	19,2	17,1	15,7	13,7	10,3	6,85	0,137

Таблица 16.9

**Размеры насосов, мм**

Обозначение на рис. 16.3–16.4	Тип насоса			Обозначение на рис. 16.4	Тип насоса		
	УНБТ-950А, УНБТ-1180А1	УНБ-600А	УНБТ-750		УНБТ-950А, УНБТ-1180А1	УНБ-600А	УНБТ-750
А	2860	3305	2828	И	1405	855	1152
Б	1641	2092	1569	К	5390	510	5030
В	1036	1035	979	Л	2101	1872	1923
Г	496	625	586	М	2204	2050	2060
Д	230	175	210	Н	1672	1500	1545
Е	1080	720	522	О	1262	1284	1312
Ж	2312	550	1884	П	1312	1305	1219
З	500	345	430	Р	1350	434	1270
З <sub>1</sub>	—	830	—	С	—	1816	—

**Ротор**

Основные характеристики роторов приведены в табл. 16.10.

Таблица 16.10

**Параметры роторов**

Показатели	Тип ротора		
	Р-700	Р-950	Р-1260
Диаметр отверстия в столе ротора, мм	700	950	1260
Диаметр отверстия с переводником, мм	560	560, 700	560, 700, 950
Допускаемая статическая нагрузка на стол, кН	5000	6300	8000
Максимальная частота вращения стола ротора, об/мин	350	350	350
Расстояние от центра до цепного колеса, мм	1353	1353	1651
Статический крутящий момент на столе ротора, кН·м	80	120	180
Передаточное число от приводного вала до стола ротора	3,61	3,81	3,96
Тип зубчатой передачи	Коническая		
Приводной вал:			
диаметр (выходной), мм	150	150	150
длина выходной части, мм	165	165	250
размеры шпоночного паза, мм	40×148	40×148	40×153
Подшипники приводного вала	7538	7538	3634
Основная опора	1687/770X	1687/1060X	1687/1400X
Вспомогательная опора	1688/770X	1688/1060X	11 689/1400X
Размер квадратного отверстия в зажимах под ведущую трубу, мм	120, 145, 160	120, 145, 160	120, 145, 160

Продолжение табл. 16.10

Показатели	Тип ротора		
	P-700	P-950	P-1260
Масса, кг	4760	7000	9460
Размеры (рис. 16.3), мм:			
А	680	750	800
Б	200	220	200
В	2270	2425	2910
Г	1353	1353	1651
Д	740	875	1070
Е	1945	2065	2535
Ж	305	330	360
И	775	925	1115
К	2010	2165	2630
Л	1200	1550	1930
М	1545	1850	2230

### Талевые механизмы

Элементы талевого механизма (кронблоки, талевые блоки, крюки) имеют оптимальные соотношения диаметров канатного шкива и талевого каната. Канавки канатных шкивов обработаны ТВЧ. Оси шкивов и крюки выполнены из легированной стали высокой прочности. В качестве опор шкивов использованы подшипники с высокой долговечностью.

Крюки литой конструкции позволяют выполнить крюкоблоки меньших габаритов по радиусу вращения и встроить удлинненную литую защелку для автоматического захвата штропов вертлюга. Небольшие габариты по радиусу вращения, наличие гидроамортизатора и ориентира обеспечивают удобство работы при расстановке свечей.

Таблица 16.11

### Параметры кронблоков

Показатели	Буровые установки с ручной расстановкой свечей				
	УКБ-6 – 250	УКБ-6 – 270	УКБ-7 – 400 для ЗД86 – 1	УКБ-7 – 400 для ЗД86 – 2	УКБ-7 – 500
Схема кронблока	Б	Б	Е	Е	А
Максимальная нагрузка, кН	2500	2700	4000	4000	5000
Число канатных шкивов	6	6	7	7	7 + 2
Диаметр каната, мм	28	32	32	32	35
Наружный диаметр шкива, мм	1000	1120	1120	1120	1400
Диаметр шкива по дну канавки, мм	900	1000	1010	1010	1285
Диаметр оси, мм	220	220	260	260	280
Подшипник шкива	97744LM Конический двухрядный 220×340×100	42244 Роликовый цилиндрический 220×400×65	7097152M Конический двухрядный 260×400×104	7097152M	7097556M Конический двухрядный 280×420×110
Габаритные размеры, мм:					
длина	3180	2320	2220	3230	6815
ширина	2606	1440	1460	3190	2440
высота	1335	1322	1590	2440	2200
Масса, кг	3885	3430	3560	6400	9515



Продолжение табл. 16.11

Показатели	Буровые установки механизмами типа АСП				
	УКБА-6 – 250	УКБА-6 – 400	УКБА-7 – 500	УКБА-7 – 600	УКБА-7 – 600 для UNOC 500
Схема кронблока	В	В	А	Д	А
Максимальная нагрузка, кН	2500	4000	5000	6000	6000
Число канатных шкивов	6	6	7 + 2	7	7 + 2
Диаметр каната, мм	28	35	35	38	38
Наружный диаметр шкива, мм	1000	1400	1400	1500	1500
Диаметр шкива по дну канавки, мм	900	1285	1285	1365	1375
Диаметр оси, мм	220	280	280	380	280
Подшипник шкива	97744LM Конический двухрядный 220×340×100	7097156M Конический двухрядный 280×420×110	7097156M Конический двухрядный 280×420×110	1097976K Конический двухрядный 380×520×150	7097156M Конический двухрядный 280×420×110
Габаритные размеры, мм:					
длина	4390	4390	6750	5090	6920
ширина	2820	3190	3130	2250	3250
высота	1810	2200	2192	2240	2360
Масса, кг	5170	8040	9925	11 683	11 855

Таблица 16.12

**Параметры крюкоблоков**

Показатели	Крюкоблок				
	УТБК-5 – 225 (НБО-Д, НБО-Э)	УТБК-6 – 320 (ЗД86-1, ЗД86-2)	УТБК-6 – 450	УТБК-5 – 225	УТБК-5 – 320
Максимальная нагрузка, кН	2250	3200	4500	2250	3200
Число канатных шкивов	5	6	6	5	5
Диаметр каната, мм	32	32	35	28	35
Наружный диаметр шкива, мм	1120	1120	1400	1000	1400
Диаметр шкива по дну канавки, мм	1000	1010	1285	900	1285
Диаметр оси шкива, мм	220	260	280	220	280
Исполнение крюка	Пластинчатый	Пластинчатый	Литой	Пластинчатый	Литой
Ход пружины крюка, мм	145	200	200	145	200
Подшипник шкива	42244 Роликоподшипник двухрядный 220×440×65	7097152M Конический двухрядный 260×400×104	7097156M Конический двухрядный 280×420×110	97744LM Конический двухрядный 220×340×100	7097156M Конический двухрядный 220×340×100
Масса, кг	6100	7520	8500	5320	7970
Размеры (см. рис. 16.3), мм:					
$H_1$	670	710	843	610	850
$H_2$	1320	1780	875	1260	875
$H_3$	1430	1260	1612	1430	1612
$H_0$	3280	3540	3507	3190	3507
$H$	3950	4250	4350	3800	4090
$V$	1170	1160	1450	1060	1450
$V_1$	320	300	700	320	700
$V_2$	630	630	960	630	960
$A$	1125	1174	860	1010	860
$A_1$	665	665	520	665	520
$\Delta$	220	220	200	220	200
$Z_1$	210	210	210	210	210
$Z_2$	150	150	150	150	150
$d$	150	120	120	150	120

Таблица 16.13

## Параметры талевых блоков для работы с АСП

Показатели	Талевый блок				
	УТБА-5 – 200	УТБА-5 – 320	УТБА-6 – 400	УТБА-6 – 500	УТБА-6 – 500 (БУУНОС 500ДЕ)
Максимальная нагрузка на крюке, кН	2000	3200	4000	5000	5000
Число канатных шкивов	5	5	6	6	6
Диаметр каната, мм	28	35	35	38	38
Число осей для установки шкивов	2	2	2	2	2
Наружный диаметр шкива, мм	1000	1400	1400	1500	1500
Диаметр шкива по дну канавки, мм	900	1285	1285	1365	1375
Диаметр оси шкива, мм	220	280	280	380	280
Подшипник шкива: тип	ҚД97744ЛМ	ҚД7097156М	ҚД7097156М	ҚД1097976К	ҚД7097156М
размеры	220×340×100	280×420×110	280×420×110	380×520×150	280×420×110
Габаритные размеры, мм:					
высота	2215	2705	2735	2845	2845
ширина	1318	1485	1430	1710	1570
Масса, кг	4250	6850	7720	10 580	7420

Таблица 16.14

## Параметры вертлюгов

Показатели	Вертлюг		
	УВ-250МА	УВ-320МА	УВ-450МА
Допускаемая (максимальная) нагрузка, кН	2500	3200	4500
Динамическая нагрузка (при 100 об/мин), кН	1450	2000	2600
Максимальное давление прокачиваемой жидкости (раствора) в стволе, МПа	25/32	32/35	40
Габариты сменной верхней трубы, мм:			
внутренний диаметр	75	75	75
наружный диаметр	90	90	90
высота	220	220	250
Твердость рабочей поверхности трубы, НРС	≥55	≥55	≥55
Размеры штропа, мм:			
верхнее сечение $H \times A$	140×150	150×170	170×190
высота	1738	1950	2185
внутренний радиус $r$	125	125	125
Просвет для подвешивания на крюке $B$ , мм	510	540	832
Диаметр пальца штропа $d$ , мм	115	140	140
Резьба переводника для соединения с ведущей трубой (левая)	3-152Л	3-152Л	3-152Л
Присоединительная резьба ствола (левая)	3-152Л	3-171Л	3-171Л
Соединение ствола с буровым рукавом	Фланцевое	Фланцевое	Фланцевое или резьбовое через проводник с резьбой LP4 API std.5B
Основной опорный подшипник	6 – 19744ХМУ	6 – 19752ХУ	6 – 19760ХУ
Центрирующий подшипник	32140, 32144	32144	2032148М
Габаритные размеры, мм:			
высота с переводником	2850	3000	3360
ширина по пальцам штропа	1090	1212	1375
Масса, кг	2200	2980	4100

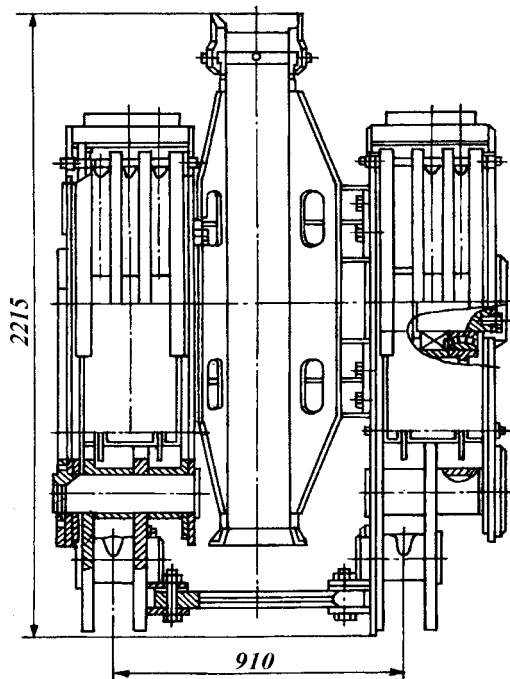


Рис. 16.5. Блок талевый УТБА-5-200

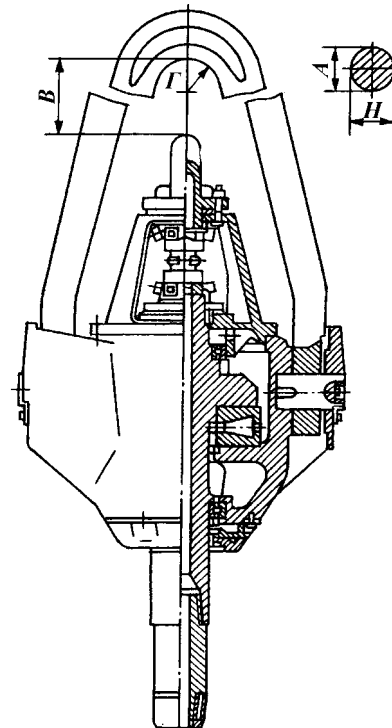


Рис. 16.6. Вертлюг типа УВ-МА

В зависимости от требований заказчика талевые механизмы поставляются в двух модификациях: для ручной расстановки свечей и для использования в комплекте с механизмами типа АСП, включая автоматический элеватор.

В табл. 16.11 – 16.14 приведены основные параметры элементов талевого механизма, на рис. 16.5 – талевый блок, а на рис. 16.6 – вертлюг.

### Дизельные агрегаты

Дизельные и дизель-гидравлические агрегаты используются для привода основных механизмов буровых установок (буровой лебедки, ротора и буровых насосов).

Дизельный агрегат включает дизель и системы обслуживания (охлаждения, смазки, запуска, контроля и др.), гарантирующие его надежную работу в пределах заданного срока службы. Дизель-гидравлические агрегаты оборудованы гидротрансформатором с системами его обслуживания.

Дизели снабжены демпферами крутильных колебаний, обеспечивающими их работу в широком диапазоне оборотов коленчатого вала, а также системами предпускового запуска и аварийно-принудительной сигнализации.

В табл. 16.15 приведены характеристики дизельных агрегатов.

Таблица 16.15

## Параметры дизеля и дизельных агрегатов

Показатели	CA10-1	CA-30	B2-500TK – C4
<b>Дизель</b>	6ЧН21/21		12Ч15/18
Число цилиндров	6		12
Расположение цилиндров	Рядное		V-образное
Диаметр цилиндров, мм	210		150
Ход поршня, мм	210		180
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	463,7 (630)		330 (450)
Частота вращения коленчатого вала, об/мин:			
при номинальной мощности	1200		1600
при максимальном крутящем моменте	850		1150
максимально устойчивая холостого хода	540		600
максимальная без нагрузки, ограниченная регулятором	1500		1900
Степень сжатия	13,5		14 – 15
Направление вращения (со стороны вентилятора)	По часовой стрелке		
Удельный расход топлива при номинальной мощности, г/(л.с.·ч)	153 + 8		162 + 8
Удельный расход масла при номинальной мощности, г/(л.с.·ч):			
на угар	1,0		Не более 1,2
общий	1,34		–
Привод вентилятора	Регулируемый		Не регулируемый
Система наддува	Турбонаддув		
Демпфер крутильных колебаний	Жидкостного типа		
Система смазки	Принудительная под давлением с «сухим» картером		
Система охлаждения	Замкнутая		
Система предпускового подогрева	Имеется		Нет
Система аварийно-принудительной сигнализации	Имеется		Имеется
Назначенный срок (ресурс) до первой переборки, ч	10 000		7000
Срок службы до капитального ремонта, ч	40 000		15 000
Габаритные размеры, мм:			
длина	2515		1850
ширина	950		1036
высота	1800		1070
Масса, кг	4800		1450
<b>Гидротрансформатор</b>	ГЗ – 675	–	–
Мощность номинальная, кВт	463,2	–	–
Номинальная частота вращения, об/мин	1200	–	–
Коэффициент полезного действия с учетом отбора мощности на насос, %	88±2	–	–
<b>Агрегат</b>			
Номинальная мощность на выходе, кВт (л.с.)	375 (510)	441,2 (600)	317 (432)
Эксплуатационный диапазон частоты вращения выходного вала, об/мин	650 – 1000	650 – 1000	750 – 1650
Соединение гидротрансформатора с валом дизеля	Эластичная муфта	–	–
Размер от основания до оси выходного вала, мм	750	490	564
Габаритные размеры, мм:			
длина	4280	3880	2900
ширина	1500	1508	1580
высота	2855	2212	1500
Масса, кг	8500	7200	2200

**Комплекс механизмов АСП для производства спускоподъемных операций при бурении скважин**

Комплекс механизмов типа АСП (табл. 16.16) предназначен для механизации и частичной автоматизации спускоподъемных операций. Он обеспечивает:

совмещение во времени подъема и спуска колонны труб и незагруженного элеватора с операциями установки свечей на подсвечник, выноса ее с подсвечника, а также с развинчиванием или свинчиванием свечи с колонной бурильных труб;

механизацию установки свечей на подсвечник и вынос их к центру, а также захват или освобождение колонны бурильных труб автоматическим элеватором.

Схема расположения механизмов АСП на буровой показана на рис. 16.7. На кронблочной площадке установлены амортизаторы 1 и верхний блок 2 или кронштейн поворотный 17 механизма подъема, направляющие канаты 3 центратора, магазин 4, нижний блок 5 механизма подъема, центратор 8, механизм расстановки свечей 9, механизм захвата свечей 10, канат механизма подъема 11. На площадке буровой расположены подсвечник 6, блок цилиндров механизма подъема 7, автоматический буровой ключ 13, ротор 15 с пневматическими клиньями. К талевому блоку подвешен автоматический элеватор 12. Пост АСП 14 размещен на площадке подсвечника. Бурильные свечи 16 устанавливаются на подсвечник.

Таблица 16.16

**Параметры комплексов механизмов типа АСП**

Показатели	АСП-3М1	АСП-3М4	АСП-3М5	АСП-3М6
Буровая установка	БУ3200/200	БУ5000/320	БУ6500/400	БУ8000/500
Длина свечи, м	23 – 29	23 – 29	23 – 29	23 – 29
Автоматический элеватор	ЭА-400	ЭА-400	ЭА-400	ЭА-500
Грузоподъемность механизма подъема свечи, кН, в зависимости от давления воздуха:				
0,3 МПа	25	25	25	25
0,7 МПа	58	58	58	58
1,0 МПа	82	82	82	82
Максимальный ход стрелы механизма расстановки свечей, мм	3940	5620	5620	5620
Максимальный ход тележки влево и вправо, мм	2200	2750	3480	3480
Мощность электродвигателя для привода тележки и стрелы, кВт	3,5	3,5	3,5	3,54
Диаметр стальных труб, на работу с которыми рассчитаны механизм захвата свечи и автоматический элеватор, мм:				
бурильных	89 – 146	89 – 146	89 – 146	89 – 146
утяжеленных	108 – 178	108 – 178	108 – 178	108 – 178

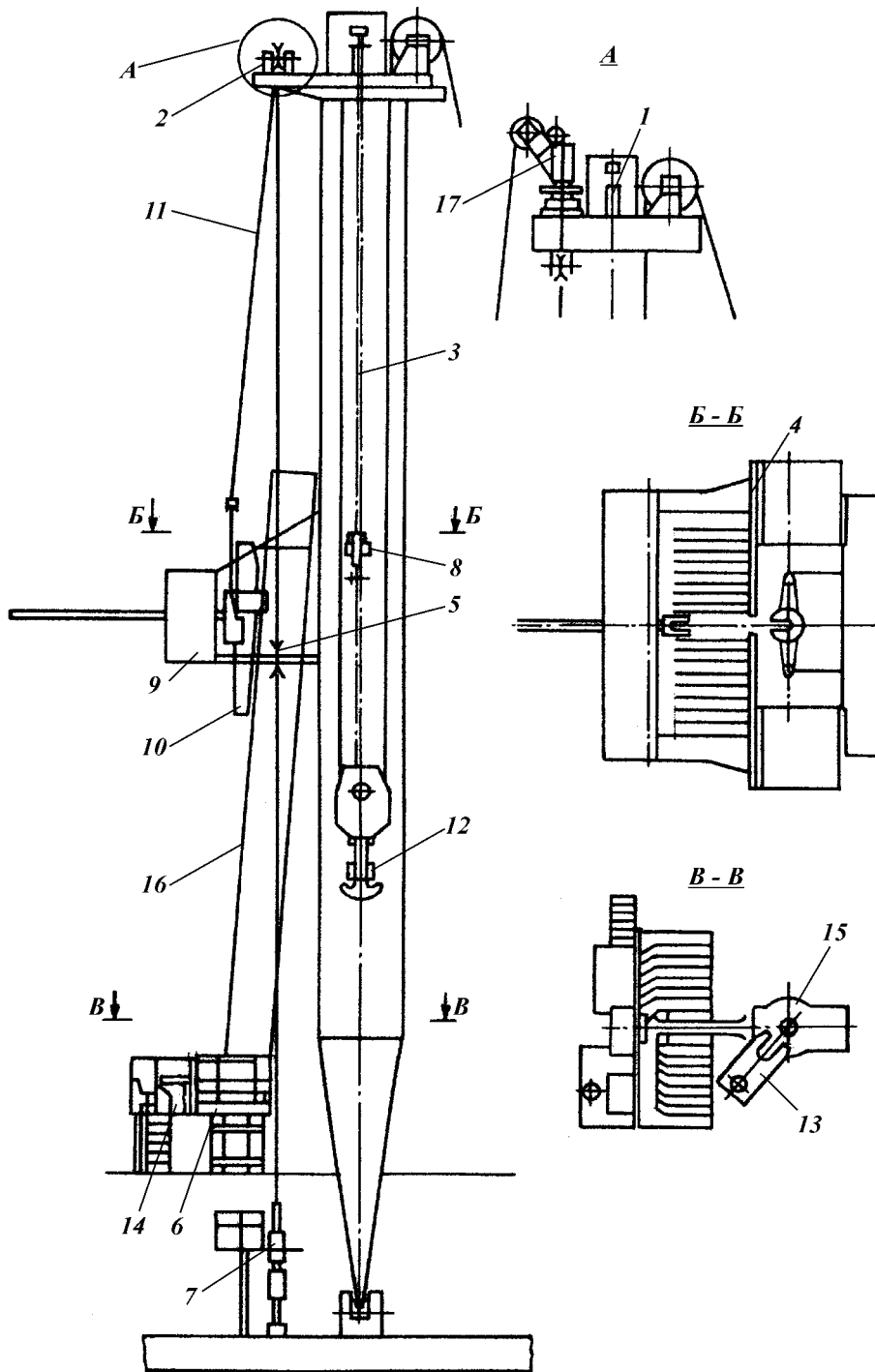


Рис. 16.7. Схема расположения механизмов АСП на буровой

## Буровые вышки

Мачтовые буровые вышки для буровых установок завода «Уралмаш» изготавливаются следующих типов: А-образные (ВМ), П-образные (ВМП) и четырехопорные (ВУ).

А-образные вышки применяются в буровых установках классов 3200/200 и 5000/320, П-образные – в буровых установках класса 5000/320.

Четырехопорные мачтовые вышки используются в буровых установках классов 6500/400 и 8000/500. Обладая жесткостью башенных, вышки этого типа сохранили монтажные качества мачтовых вышек. Оригинальная схема подъема предусматривает использование в качестве устройства для подъема вышки буровой площадки. Вышки такого типа обеспечивают одновременное размещение двух комплектов свечей: для работы с механизированной их расстановкой, с одной стороны, и для работы с ручной расстановкой – с другой.

Подъем и опускание вышек осуществляются буровой лебедкой с помощью специальных устройств.

Внутри одной ноги вышки имеются лестницы тоннельного типа до подкронблочной площадки, внутри второй ноги – лестницы маршевого типа с переходными площадками (до платформы верхнего рабочего).

В табл. 16.17 и 16.18 приведены основные параметры вышек, на рис. 16.18 – схема их конструкций.

Таблица 16.17

### Параметры мачтовых вышек

Показатели	А-образные вышки			П-образные вышки
	ВМА-45×200	ВМР-45×200У	ВМР-45×320, ВМА-45×320	ВМП-45×320
Допускаемая нагрузка на крюке, кН	2000	2000	3200	3200
Рабочая высота (расстояние от ротора до подкронблочной рамы), м	45	45	45	45
Нагрузка на крюке при испытании, кН	2400	2400	3840	3840
Расстояние между ногами, м	10,3	10,3	10,3	–
База нижняя (расстояние между осями опорных шарниров), м	–	–	–	2,6×10,3
Длина свечи, м	25–27	25–27	25–27	25–27
Диаметр и толщина трубы, мм	140×8	140×8	140×14	–
Профиль уголка	–	–	–	200×200×17
Соединение секций между собой	Пальцевое	Пальцевое	Пальцевое	Фланцевое
Длина секций, м	11 940	11 940	11 940	11 900–12 750
Габариты сечения ноги, м	1640×2440	1640×2440	1640×2440	1800×3000
Размеры, мм:				
$H$	44 800	44 800	44 800	44 800
$H_1$	6200	7200	8200	8200
$H_2$	3550	4750	5300	2400
$H_3$	4600	4600	4600	4100
$H_4$	16 750	17 250	17 750	17 350
$A$	10 300	10 300	10 300	10 300
$A_1$	–	–	–	2600
$B$	620	650	630	250
$B_1$	9880	9635	4450	5250
Масса, кг:				
секции (максимальная)	3795	3483	4475	7010
вышки	36 290	30 766	41 050	69 450
Система подъема вышки	Буровой лебедкой с помощью специального приспособления			

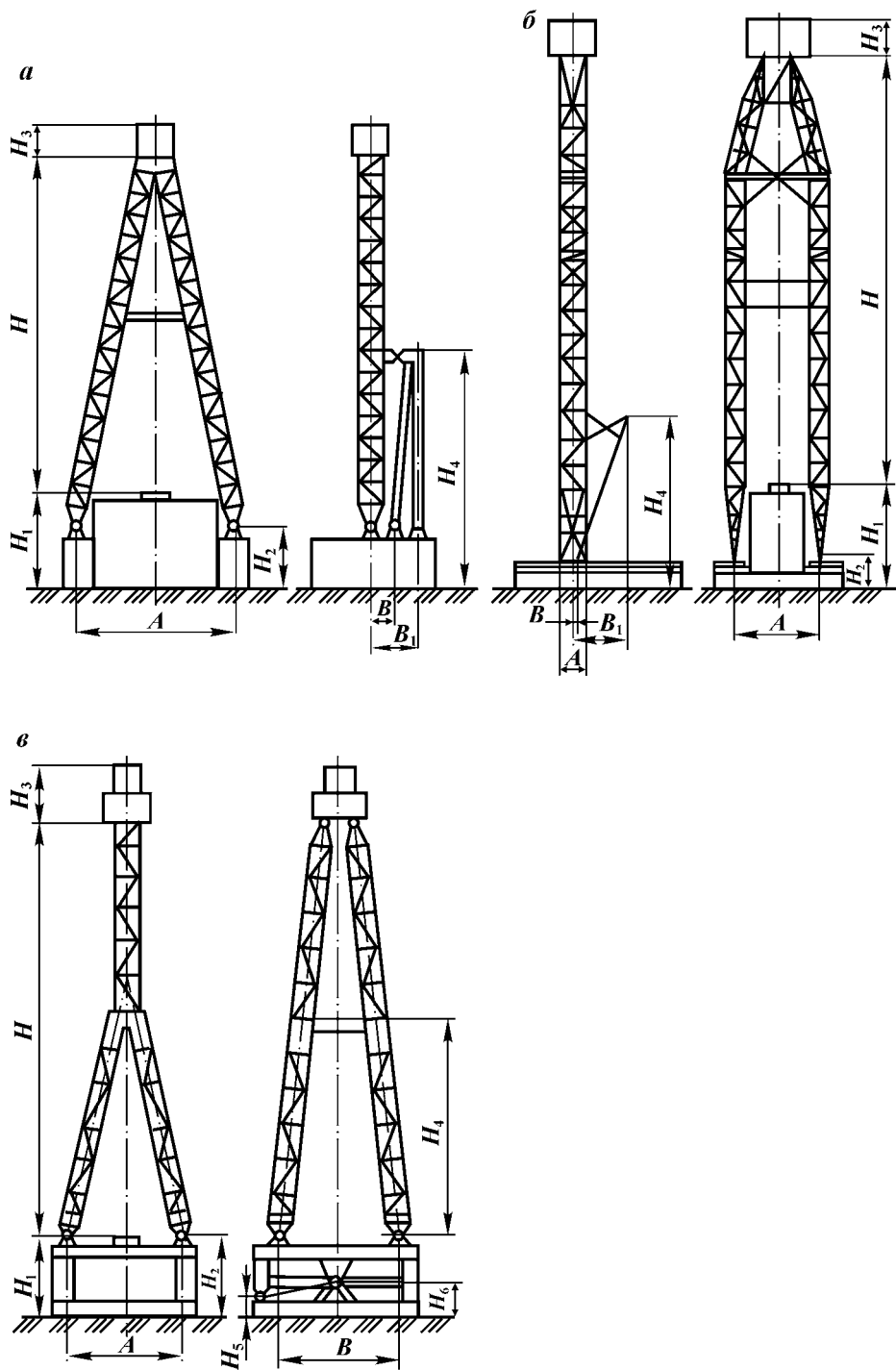


Рис. 16.8. Буровые вышки мачтового типа:  
 а – А-образные; б – П-образные; в – четырехопорные мачтовые



Таблица 16.18

**Параметры четырехопорных мачтовых вышек**

Показатели	ВУ-45×400А, ВУ-45×450	ВУ-45×500
Допускаемая нагрузка на крюке, кН	4000/4500	5000
Рабочая высота (расстояние от ротора до под- кронблочной рамы), м	45	45
Нагрузка на крюке при испытании, кН	4800/5400	6000
Расстояние между ногами, м	11×8	11×8
Длина свечи, м	25–27	25–27
Применяемый профиль уголка:		
верхней части	250×250×16	250×250×16
нижней части	160×160×14	160×160×14
Число секций	12	12
Соединение секций между собой	Фланцевое на болтах	
Длина секций, м	12 865–9925	12 865–9925
Размеры сечения ног вышки, мм	1840×2340	1840×2340
Размеры, мм:		
<i>H</i>	44 800	44 800
<i>H</i> <sub>1</sub>	8200	10 200
<i>H</i> <sub>2</sub>	8300	10 300
<i>H</i> <sub>3</sub>	5000	5000
<i>H</i> <sub>4</sub>	20 000	20 000
<i>H</i> <sub>5</sub>	1600	1900
<i>H</i> <sub>6</sub>	4136	4950
<i>A</i>	8000	8000
<i>B</i>	11 000	11 000
Масса, кг:		
секции (максимальная)	6400	6400
вышки	63 000	63 000
Система подъема вышки	Буровой лебедкой с помощью полиспаста	

**16.1.2. БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ ОАО «ВОЛГОГРАДСКИЙ ЗАВОД  
БУРОВОЙ ТЕХНИКИ»**

Волгоградский завод буровой техники (ВЗБТ) производит комплектные буровые установки для бурения нефтяных и газовых скважин глубиной 1000–3500 м с дизельным (Д) и дизель-гидравлическим (ДГ) приводами, электрическим приводом переменного тока (Э) и регулируемым (тиристорным) электроприводом постоянного тока (ЭП) с питанием от промышленных сетей, а также от автономных дизель-электрических станций (ДЭП).

Отличительные особенности установок:

высокая приводная мощность исполнительных механизмов;

широкая гамма приводных систем с различными характеристиками;

высокая долговечность оборудования, обусловленная оптимальными параметрами механизмов, применением высокопрочных сталей с большим запасом прочности, гарантированным качеством изготовления и контроля комплектующего оборудования;

возможность выбора оптимальных режимов бурения благодаря наличию приводных систем и регуляторов подачи долота;

легкость в управлении и удобство в эксплуатации;

комплектация укрытиями в холодном или утепленном исполнении с системами обогрева рабочих помещений;

возможность кустового бурения скважин в грунтах с низкой несущей способностью (установки кустового исполнения).

Таблица 16.19

**Параметры буровых установок ВЗБТ**

Показатели	БУ1600/ 100ДГУ	БУ1600/ 100ЭУ	БУ2500/ 160ДГУМ1	БУ2900/175ЭП-М, БУ2900/175ДЭП-2, БУ2900/175ДЭП-3***	БУ2900/ 175ЭПК	БУ2900/ 175ЭПКМ1	БУ2900/ 200ЭПК	БУ200/ 125ДММ
Допускаемая нагрузка на крюке, кН	1000	1000	160	1750	1750	1750	2000	1250
Условная глубина бурения, м	1600	1600	2500	2900	2900	2900	2900	2000
Скорость подъема крюка при расхаживании колонны, м/с	0,1–0,2	0,22	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2	0,1–0,2
Скорость подъема элеватора (без нагрузки), м/с, не менее	1,7	1,7	1,95	1,54	1,54	1,66	1,66	1,5
Расчетная мощность на входном валу подъемного агрегата, кВт	300	300	550	550	550	550	550	300
Диаметр отверстия в столе ротора, мм	560	560	560	560	560	560	560	560
Расчетная мощность привода ротора, кВт	180	180	180	180	180	180	180	180
Мощность бурового насоса, кВт	475	475 (600)*	600	600	600	600	600	600
Вид привода	ДГ	Э**	ДГ	ЭП ДЭП	ЭП	ЭП	ЭП	Д
Площадь подсвечников для размещения свечей диаметром 114 мм длиной, м <sup>2</sup>	2000	2000	3500	3500	3500	3500	3500	2000
Высота основания (отметка пола буровой), м	5,0	5,0 (8)	5,5	6,1	7,75	6	8	6,4
Просвет для установки стволовой части превенторов, м	3,86	3,86 (6,86)	4,1	4,7	6,4	4,7	6,64	5,05
Масса установки, т	372	343 (375)	359	308 (ЭП 495 (ДЭП))	528	468	706,5	330

\* По заказу потребителей.

\*\* Синхронный или асинхронный (АВК) привод.

\*\*\* БУ2900/175ДЭП-3 оснащена циркуляционной системой безамбарного бурения на базе импортного оборудования и центрифугой. Предусмотрена утилизация БШ и БСВ.

Таблица 16.20

**Механизмы и агрегаты буровых установок**

Механизмы и агрегаты	БУ1600/100ДГУ	БУ1600/100ЭУ	БУ2500/ 160ДГУМ1	БУ2900/175ЭП-М, БУ2900/175ДЭП-2, БУ2900/175ЭПК	БУ2900/ 175ЭПБМ1	БУ2900/200ЭПК	БУ2000/ 125ДММ
Лебедка буровая	Б7.02.00.000	Б7.02.00.000	С6.02/ЛБ-750	Б1.02.030.000	Б12.02.02.000	Б12.02.02.000-01	М12.02.02.000
Насос буровой	НБТ-475	НБТ-475(НБТ-600-1)	НБТ-600-1	НБТ-600-1	НБТ-600-1	НБТ-600-1	НБТ-600-1
Ротор	Б1.17.03.000	Б1.17.03.000	Б1.17.03.000	Б1.17.03.000	Б1.17.03.000	Б1.17.03.000	Б1.17.03.000
Кронблок	Б4.10.00.000	Б4.10.00.000	С6.10А/БУ2500ЭУ	Б1.10.00.000	Б1.10.00.000	Б38.10.00.000	М11.01.10.000
Крюкблок	—	—	С6.11Б/БУ2500ЭУ	Б31.11.00.000	Б31.11.00.000	Б38.11.00.000	М11.14.00.000
Крюк	Б4.34.00.000	Б4.34.00.000	—	—	—	—	—
Талевый блок	Б4.15.00.000	Б4.15.00.000	—	—	—	—	—
Вертулуг	Б1.56.00.000	Б1.56.00.000	Б1.56.00.000	Б1.56.00.000	Б1.56.00.000	Б1.56.00.000	Б1.56.00.000
Вышка буровая	Б4.01.00.000	Б4.01.00.000	С6.01/БУ2500ЭУ	Б1.01.00.000(ЭП) Б11.01.00.000(ДЭП) Б11.01.00.000-01(ЭПК)	Б12.01.00.000	Б12.01.00.000-01	М12.01.00.000
Привод основных механизмов	Лебедки, ротора и насосов: дизель-гидравлические агрегаты С6.325/САТ-450	Лебедки и ротора: электродвигатель 4АОКБ-450Х-6УХЛ2 Привод насосов: электродвигатель АКСБ-15-44-6-6УХЛ2 (СДБО-99/49-8У2)	Лебедки, ротора и насосов: дизель-гидравлические агрегаты С6.325/САТ-450	Лебедки: электродвигатель МПЭ500-500-УХЛ3 Насоса: электродвигатель П245048-УХЛ3 Ротора: электродвигатель Д-816	Лебедки: электродвигатель МПЭ500-500-УХЛ3 Насоса: электродвигатель П245048-УХЛ3 Ротора: электродвигатель Д-816	Лебедки и ротора: двигатель ЯМЗ8401.10 (шасси) Насосов: дизель 6V396ТС4	

Указанные качества буровых установок подтверждаются многолетней практикой их эксплуатации в различных регионах – от Крайнего Севера до тропиков.

В зависимости от класса и назначения установки перевозятся крупными блоками на специальных транспортных средствах (тяжеловозах), секциями или модулями на трейлерах соответствующей грузоподъемности, поагрегатно транспортом общего назначения. Установки кустового исполнения (К) перемещаются в пределах куста блоками с помощью специальных устройств, входящих в комплект поставки. Буровая установка БУ2900/17ЭПБМ1 спроектирована в блочно-модульном варианте.

В табл. 16.19 даны параметры буровых установок, а в табл. 16.20 – основные комплектующие механизмы и агрегаты (для базовых моделей). В зависимости от пожелания заказчика возможны варианты поставок.

### Буровые насосы

ВЗБТ выпускает трехпоршневые насосы одностороннего действия НБТ-475, НБТ-600–1 и НБТ-235, которые характеризуются оптимальными параметрами и конструкцией кривошипно-шатунного механизма, надежным исполнением механической и гидравлической частей, оборудованы пневматическими компенсаторами на входе и выходе и системой смазки трущихся частей (табл. 16.21 – 16.23).

Возможно различное исполнение насосов с правым (левым) расположением шкива, компенсатора, фланца нагнетательной линии и звездочкой для цепного привода вместо клиноременного.

Таблица 16.21

**Параметры буровых насосов**

Показатели	Насос		
	НБТ-475	НБТ-600–1	НБТ-235
Мощность, кВт	475	600	235
Число цилиндров	3	3	3
Номинальное число ходов поршня в минуту	145	145	160
Частота вращения входного вала, об/мин	457	453	1454
Длина хода поршня, мм	250	250	160
Максимальное давление на выходе, МПа	25	25	25, 40 кр.
Максимальная идеальная подача, л/с	45,65	45,6	26,74
Диаметр клапана, мм	156	156	120
Тип зубчатой передачи		Косозубая	
Передаточное число редуктора	3,152	3,152	9,09
Гидравлический блок		Кованный	
Условный проход, мм:			
выходного коллектора		95	60
входного коллектора		205	156
Габаритные размеры базовой модели, мм:			
длина		4560	2000
высота		1768	1290
ширина		2180	1667
Масса базовой модели, кг		14 500	3883
Диаметр шкива, мм		1120	–
Компенсатор на выходе		Сферический	
Ширина насоса со шкивом, мм		2605	–
Масса насоса со шкивом и компенсатором, кг		16 250	4271

Примечание. Параметры базовой модели даны без шкива и компенсатора.

Таблица 16.22

**Характеристика буровых насосов НБТ-475, НБТ-600-1 и НБТ-235**

Насос	Диаметр поршня, мм	Предельное давление на выходе из насоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	Идеальная подача при номинальной частоте ходов поршня, л/с
НБТ-600-1	180	11,2 (112)	45,57
	170	12,6 (126)	40,55
	160	14,2 (142)	35,80
	150	16,1 (161)	31,34
	140	18,6 (186)	27,14
	130	21,7 (217)	23,21
НБТ-475	120	25,0 (250)	19,54
	180	9,2 (92)	45,67
	170	10,3 (103)	40,66
	160	11,6 (116)	35,92
	150	13,2 (132)	31,46
	140	14,1 (141)	27,28
НБТ-235	130	17,7 (176)	23,37
	120	20,8 (208)	19,72
	110	25,0 (250)	16,33
	160	7,5 (75)	25,74
	140	9,8 (98)	19,70
	120	13,3 (133)	14,42
	100	25,0 (250)	10,05
	80	40 (400)80	6,43

Таблица 16.23

**Параметры кронблоков**

Показатели	Кронблок				
	Б4.10.00.000	С6.10А/ БУ2500ЭУ	Б1.10.00.000	Б38.10.00.000	М11.01.10.000
Схема кронблока (см. рис. 16.9)	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>в</i>	<i>г</i>
Допускаемая нагрузка, кН	1000	1750	1750	2000	1000
Число канатных шкивов	5	5+1	5+1	5+1	5
Диаметр каната, мм	25	28	28	32	25
Наружный диаметр шкива, мм	900	1000	1000	1000	760
Диаметр шкива по дну канавки, мм	800	900	900	900	660
Диаметр оси шкива, мм	170	170	170	170	170
Габаритные размеры, мм:					
длина	910	2680	2120	816	} Для секции 1500
ширина	950	1046	910	1000	
высота	950	1400	1080	1080	
Масса, кг	1100	2260	1470	2263	1180

Примечание. Подшипники шкива — цилиндрический роликоподшипник 42234 (ГОСТ 8328 — 75), 170×310×52.

## Талевые механизмы и вышки

Элементы талевого механизма (кронблок, талевый блок, крюк) буровых установок ВЗБТ имеют следующие особенности:

приняты оптимальные соотношения диаметров канатного шкива и талевого каната, гарантирующие высокую долговечность талевого каната;

канавки канатных шкивов кронблока и талевого блока обработаны ТВЧ;

оси шкивов выполнены из легированной стали высокой прочности и износостойкости;

литая конструкция крюка, изготовленная из стали высокой прочности, обеспечивает минимальную массу и удобство работы верхнего рабочего;

благодаря специальному механизму можно быстро провести перепуск талевого каната, что значительно увеличивает его долговечность.

В табл. 16.24 приведены основные параметры элементов талевого механизма, а на рис. 16.9 общий вид крюкоблока.

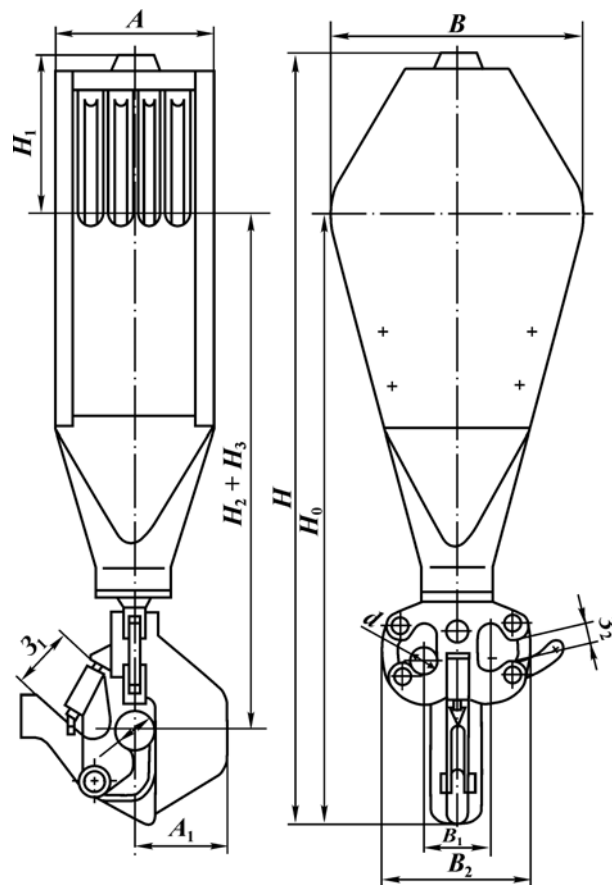


Рис. 16.9. Крюкоблок

Таблица 16.24

**Параметры крюкоблоков**

Показатели	Крюкоблок	
	Сб.11Б/БУ2500ЭУ, Б31.11.00.000 (Б38.11.00.000)	М11.14.00.000
Допускаемая нагрузка на крюке, кН	1750 (2000)	1000
Число канатных шкивов	4	4
Диаметр каната, мм	28 (32)	25
Число осей для установки шкивов	1	1
Наружный диаметр шкива, мм	1000	760
Диаметр шкива по дну канавки, мм	900	660
Диаметр оси шкива, мм	170	170
Исполнению крюка	Литой	Литой
Ход пружины крюка, мм	140	140
Габаритные размеры, мм:		
длина	3264	2750
ширина	660	800
высота	1050	650
Масса, кг	3790	3000
Размеры, мм (см. рис. 16.3):		
$H_1$	675	420
$H_2 + H_3$	2264	2013
$H_0$	2589	2328
$H$	3260	2750
$B$	1050	800
$B_1$	380	420
$B_2$	660	660
$A$	652	650
$A_1$	385	385
$\Delta$	170	170
$Z_1$	210	210
$Z_2$	150	150
$d$	110	110

Примечание. Подшипники: шкивов – 42234 (ГОСТ 8328–75), 170×310×52; крюка – опорный 8308, 40×75×26; опорный 889736, 180×300×95.

**Дизель-гидравлический агрегат САТ-450**

В буровых установках БУ2900/175ДГУМ1 и БУ1600/100ДГУ для привода основных механизмов применяется дизель-гидравлический агрегат САТ-450, состоящий из дизеля В8-500ТК-С4 и турботрансформатора с необходимыми системами их обслуживания. Ниже приведены параметры агрегата.

**Параметры агрегата САТ-450**

<b>Турботрансформатор</b> .....	ТТ-560К
Номинальная мощность, кВт (л.с.) .....	294 (400)
Номинальная частота вращения, об/мин ( $c^{-1}$ ) .....	1350 (22,5)
Диапазон частоты вращения выходного вала при КПД не ниже 70 % .....	3
Коэффициент трансформации .....	3,3
Максимальное значение КПД с учетом отбора мощности на насос:	
в режиме трансформатора.....	88±2
в режиме муфты .....	77±2
<b>Агрегат</b>	
Номинальная мощность на выходном валу, кВт (л.с.) .....	250 (340)
Эксплуатационный диапазон частоты вращения выходного вала, об/мин....	550 – 1350
Соединение турботрансформатора с валом дизеля .....	С помощью эластичной муфты
Размер от основания до оси выходного вала, мм .....	760
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	3257
ширина.....	1472
высота .....	2075
Масса, кг .....	4221

### 16.1.3. ЦИРКУЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА

Циркуляционная система буровой установки предназначена для приготовления, очистки, регулирования свойств и циркуляции бурового раствора, обеспечивающего вынос выбуренной породы и подведение мощности к забойному двигателю и долоту. Наземная часть циркуляционной системы может быть разбита на подсистему нагнетания и регулирования подачи бурового раствора и подсистему приготовления, очистки, регенерации и регулирования свойств бурового раствора.

Первая подсистема включает в себя буровые насосы, подпорные центробежные насосы, приемную емкость и обвязку всасывающих и нагнетательных линий насосов.

Для хранения раствора в циркуляционной системе предусматривается несколько емкостей прямоугольного сечения, в том числе приемная емкость со средним полезным объемом 30–40 м<sup>3</sup>, которые соединены между собой трубопроводами, по которым раствор перепускается из одной емкости в другую. Каждая из подобных емкостей имеет люки для очистки от осадка и секцию растворопровода в виде желоба. Все емкости разделены на два, иногда на три отсека. Для поддержания подвижности бурового раствора используют гидравлические и механические перемешиватели. Применяют обычно механические перемешиватели пропеллерного типа с приводом мощностью 4 и 8 кВт. Гидравлические перемешиватели работают от центробежных или поршневых насосов и представляют собой погруженные под уровень насадки, направленные под различными углами друг к другу.

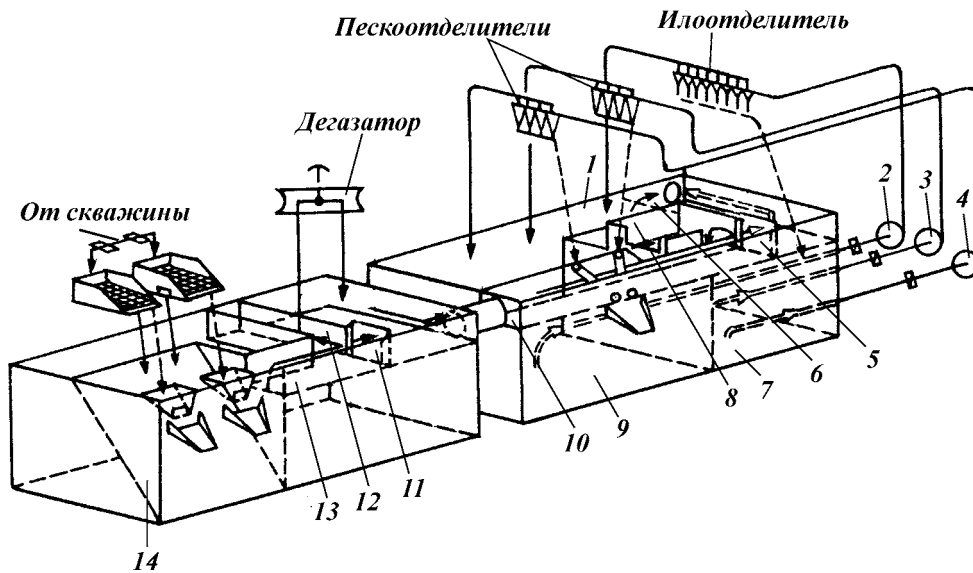


Рис. 16.10. Схема очистки бурового раствора:

1 - отсек гидроциклонов; 2 - шламонасос илоотделителя; 3, 4 - шламонасосы пескоотделителя; 5 - шибер; 6, 8 - окна желоба; 7 - отсек илоотделителя; 9 - отсек гидроциклонов; 10 - желоб блока гидроциклонов; 11 - шиберная заслонка; 12 - отсек всасывающей трубы дегазатора; 13 - желоб отсека вибросита; 14 - отстойник отсека вибросита



Вторая подсистема предназначена для осуществления следующих технологических операций: приготовления основы бурового раствора в виде водоглинистой суспензии, соляробитумной смеси или водонефтяной эмульсии; утяжеления бурового раствора; регулирования и стабилизации свойств раствора с помощью химических реагентов; очистки бурового раствора от выбуренной породы и газа.

В связи с повсеместным использованием порошкообразных материалов (глинопорошки, барит и др.) широко применяются при приготовлении водоглинистых суспензий и утяжелении блоки приготовления буровых растворов типа БПР.

Очистка бурового раствора как одна из важнейших операций в современном бурении, от которой существенно зависит эффективность всего процесса строительства скважин, реализуется в самом общем случае согласно схеме, приведенной на рис. 16.10. Следует отметить, что в зависимости от глубин и геолого-географических условий число элементов в схеме может варьироваться. В качестве средств для грубой очистки используют вибросита ВС-1 и ВС-2. Для тонкой очистки бурового раствора используют гидроциклонные шламоотделители, первая ступень которых называется пескоотделителем, а вторая – илоотделителем.

Для очистки от выбуренной породы утяжеленных буровых растворов используют специальные установки.

Для удаления газа из бурового раствора применяют вакуумный дегазатор.

## 16.2. ПАРАМЕТРЫ И КОМПЛЕКТНОСТЬ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

В зависимости от класса буровой установки, определяемого ее грузоподъемностью и глубиной скважин, а также от сложности технологического процесса бурения буровые установки комплектуются циркуляционными системами (ЦС), включающими набор блоков, оснащенных различным оборудованием для приготовления, очистки и циркуляции бурового раствора.

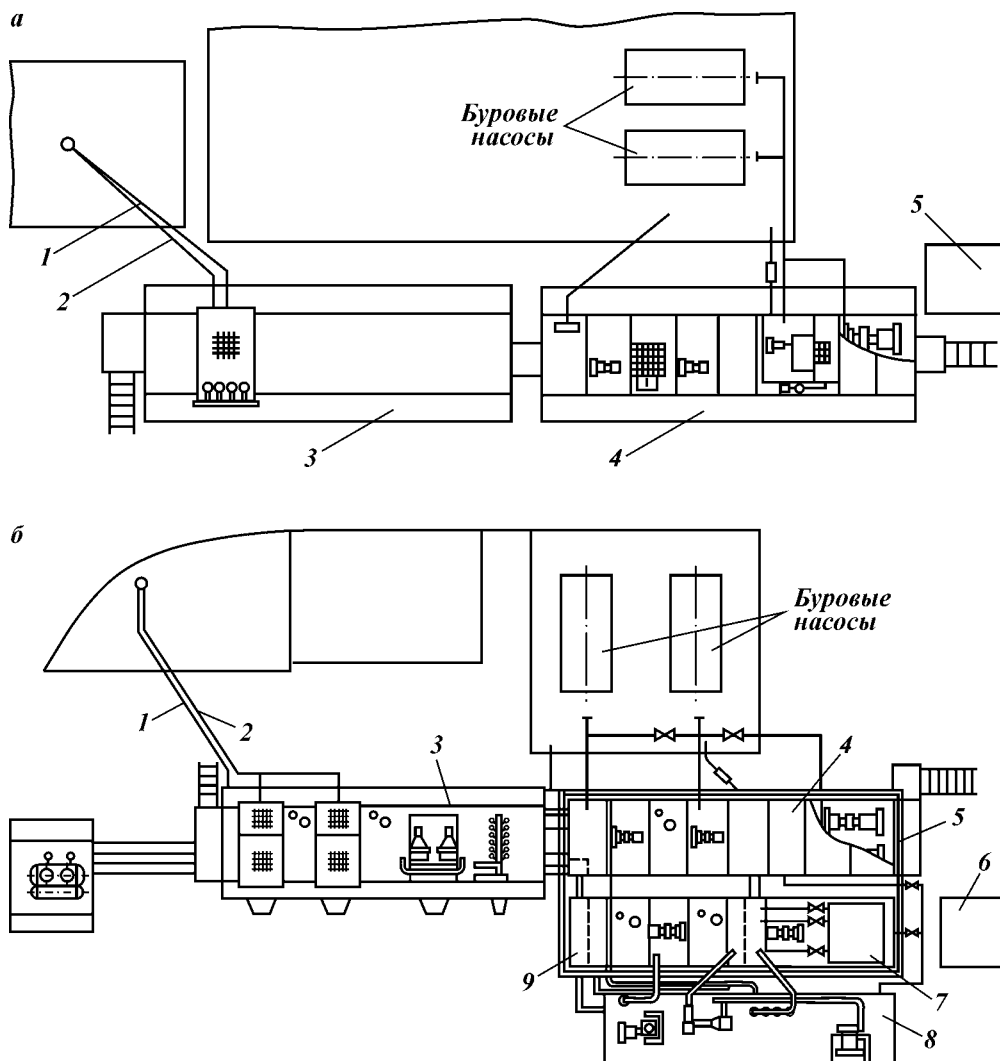
Расположение блоков циркуляционной системы определяется размещением основного бурового оборудования.

Схемы циркуляционных систем, выпускаемых ДАООТ «Хадыженский машзавод» для комплектации буровых установок производства АООТ «Волгоградский завод буровой техники», представлены на рис. 16.11. В табл. 16.25 приведены сведения о комплекте основного оборудования, в табл. 16.26 параметры циркуляционных систем.

Схемы циркуляционных систем, выпускаемых ДАООТ «Хадыженский машзавод» для комплектации буровых установок производства АООТ «Уралмашзавод», представлены на рис. 16.12. В табл. 16.27 даны сведения о комплекте основного оборудования.

При использовании полнокомплектных блоков очистки в 2–3 раза сокращается объем отходов бурения, на 40–60 % уменьшается расход барита и химреагентов. В процессе бурения из блока выходит шлам пониженной влажности, пригодный для перевозки в контейнерах или бортовых транспортных средствах. Такой шлам легко поддается обезвреживанию по известным технологиям при минимуме затрат.

В зависимости от класса буровой установки блок очистки комплекту-



**Рис. 16.11. Схемы циркуляционных систем:**  
*а* – ЦС100Э(01): 1 – трубопровод долива; 2 – растворопровод; 3 – блок очистки; 4 – приемный блок; 5 – шкаф управления электрооборудованием; *б* – ЦСМ2500ДЭП: 1 – трубопровод долива; 2 – растворопровод; 3 – блок очистки; 4 – приемный блок; 5 – укрытие; 6 – блок распределительного устройства; 7 – резервуар химических реагентов; 8 – блок приготовления и обработки бурового раствора; 9 – промежуточный блок

ются: линейным вибрситом СВ1А – 1–3 шт.; пескоотделителем типа ГЦ-360М – 1 шт.; илоотделителем типа ИГ-45/75 – 1 шт.; ситогидроциклонным сепаратором СГС 65/300 – 1 шт.; глиноотделителем на базе центрифуги полной комплектности (два насоса, перемешиватель, приемное устройство, рама) – 1 компл.; блоком флокуляции (по спецзаказу) – 1 компл.; шламовыми насосами типа ГрА 170/40 – 1–3 шт.; дегазатором «Каскад-40» – 1 компл.

Таблица 16.25

**Комплектность циркуляционных систем производства ДАООТ  
«Хадыженский машиностроительный завод»**

Оборудование	Циркуляционная система			
	ЦС100Э(01)	1ЦСМ2500ДЭП	1ЦСМ2500ЭП	ЦС2500ЭПК
	БУ1600/100ЭУ	БУ2500/160-ДЭП1	БУ2500/160ЭП	БУ2500/160ЭПК
Блок очистки	1	1	1	1
Комплекующее оборудование:				
вибрационное сито ВС-1	—	2	2	2
вибрационное сито ВС-11	1	—	—	—
пескоотделитель ПГ-60/300	—	—	—	1
пескоотделитель ГЦК-360М	—	—	—	—
илоотделитель ИГ-45/75	—	1	1	1
илоотделитель ИГ-45М	1	—	—	—
ситогидроциклонный сепаратор СГС 45/150	—	—	—	—
ситогидроциклонный сепаратор СГС 65/300	—	1	1	—
гидроциклонный глиноотделитель ГУР-2	—	1	1	—
Блок приготовления и обработки бурового раствора БПО-6	—	1	1	—
Промежуточный блок	—	1	1	3
Приемный блок	1	1	1	—
Блок подпорных насосов с насосами ГрА 170/40 или 6Ш8s2	2	2	2	2
Емкость для приготовления жидких химических реагентов	1	—	—	1
Емкость для хранения жидких химических реагентов	—	1	1	1
Емкость для воды	—	—	—	1
Блок-модуль хранения сыпучих материалов	—	—	—	—
Гидравлический перемешиватель	4	6	6	6
Лопастный перемешиватель	3	5	5	7
Электрооборудование	1	1	1	1
Склад для хранения химических реагентов	—	—	—	—
Укрытие	1	1	1	—

Примечание. Блоки циркуляционной системы ЦС2500ЭПК расположены под общим укрытием.

Таблица 16.26

**Параметры циркуляционных систем производства ДАООТ  
«Хадыженский машиностроительный завод»**

Параметры	Циркуляционная система			
	ЦС100Э(01)	1ЦСМ2500ДЭП	1ЦСМ2500ЭП	ЦС2500ЭПК
	БУ1600/100ЭУ	БУ2500/160-ДЭП1	БУ2500/160ЭП	БУ2500/160ЭПК
Пропускная способность средств очистки, м <sup>3</sup> /с, не менее:				
вбросит при очистке бурового раствора на водной основе плотностью 1100–1200 кг/м <sup>3</sup> (кассеты с сеткой с размером ячеек 0,16×0,16 мм)	0,03	0,06	0,06	0,06
ситогидроциклонных сепараторов при очистке бурового раствора плотностью до 1600 кг/м <sup>3</sup>	–	0,065	0,065	–
илоотделителя при очистке бурового раствора плотностью 1100–1200 кг/м <sup>3</sup>	0,045	0,045	0,045	0,045
гидроциклонного глиноотделителя при очистке бурового раствора плотностью 2000 кг/м <sup>3</sup>	–	0,0015–0,003	0,0015–0,003	–
пескоотделителя	–	–	–	0,06
Минимальный размер частиц (плотностью 2600 кг/м <sup>3</sup> ), удаляемых из бурового раствора, мм, не более:				
гидроциклонами ситогидроциклонного сепаратора	–	0,074	0,074	–
вброситом ситогидроциклонного сепаратора	–	0,100	0,100	–
илоотделителем	0,05	0,025	0,025	–
пескоотделителем	–	–	–	0,074
Пропускная способность оборудования для удаления газа, м <sup>3</sup> /с, не менее	–	0,04	0,04	–
Допустимое остаточное содержание газа в буровом растворе, %, не более	–	2	2	–

Продолжение табл. 16.26

Параметры	Циркуляционная система			
	ЦС100Э(01)	1ЦСМ2500ДЭП	1ЦСМ2500ЭП	ЦС2500ЭПК
	БУ1600/100ЭУ	БУ2500/160-ДЭП1	БУ2500/160ЭП	БУ2500/160ЭПК
Полезный объем резервуаров для хранения жидких химических реагентов, м <sup>3</sup> , не менее	—	6	6	9
Полезный объем резервуаров для хранения бурового раствора, м <sup>3</sup> , не менее	60	90	90	120
Установленная мощность электрооборудования, кВт, не более	201	370	370	290
Потребляемая мощность, кВт, не более	131	249	249	175
Масса, кг, не более	37 000	71 000	71 000	5 480

Пропускная способность блока очистки соответствует классу применяемой буровой установки и может в зависимости от набора технических средств изменяться от 25 до 90 л/с.

Комплект оборудования размещается на одной или двух емкостях в соответствии с условиями бурения и классом буровой установки.

Гидравлическая схема блока очистки позволяет использовать очистные механизмы в зависимости от условий бурения, вести обработку бурового раствора.

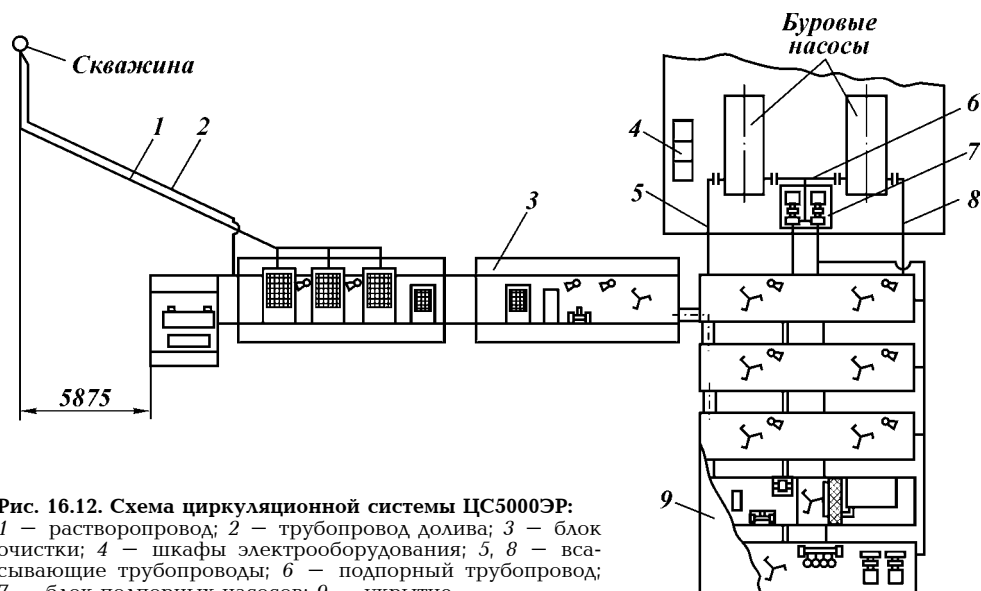


Рис. 16.12. Схема циркуляционной системы ЦС5000ЭР:  
 1 – растворопровод; 2 – трубопровод долива; 3 – блок очистки; 4 – шкафы электрооборудования; 5, 8 – всасывающие трубопроводы; 6 – подпорный трубопровод; 7 – блок подпорных насосов; 9 – укрытие

Таблица 16.27

**Комплектность поставки циркуляционных систем буровых установок производства  
ОАО «Уралмаш»**

Оборудование	Циркуляционная система			
	ЦС3200ЭУК-2М-У1	ЦС3200-У1	ЦС3000ДГУ-1Т	ЦС3200-01-У1
	БУ3200/ 200ЭУК-2М2, БУ3200/ 200ЭУК-2М2У, БУ3200/200ЭУК- 2М-2Я БУ3200/ 200ЭУК-3МА	БУ3200/ 200ДГУ-1М, БУ3200/ 200ДГУ-1У	БУ3200/ 200ДГУ-1Т	БУ3200/ 200ЭУ-1М, БУ3200/ 200ЭУ-1У
Блок очистки	1	1	1	1
Комплектуемое оборудо- вание:				
вибрационное сито ВС-1	2	2	1	2
вибрационное сито ВС-11	—	—	—	—
пескоотделитель ПГ-60/300	—	—	—	—
пескоотделитель ГЦК-360М	2	—	—	—
илоотделитель ИГ-45/75	—	—	1	—
илоотделитель ИГ-45М	1	1	—	1
ситогидроциклонный сепаратор СГС 45/150	—	1	—	—
ситогидроциклонный сепаратор СГС 65/300	—	—	—	—
гидроциклонный глино- отделитель ГУР-2	—	1	—	1
глиноотделитель на базе центрифуги	—	—	—	—
Блок приготовления и об- работки бурового раствора:				
БПО-6	—	1	—	1
БПО-7	—	—	—	—
Промежуточный блок	3	2	2	2
Приемный блок	—	1	1	1
Блок подпорных насосов с насосами ГрА 170/40 или 6Ш8s2	1	2	1	2
Емкость для приготовления жидких химических реа- гентов	1	—	—	—
Емкость для хранения жид- ких химических реагентов	2	1	1	1
Емкость для воды	1	—	2	—
Блок-модуль хранения сы- пучих материалов	—	—	—	—
Гидравлический перемешива- тель	6	6	—	6
Лопастный перемешиватель	7	6	—	6
Электрооборудование	1	1	1	1
Склад для хранения хими- ческих реагентов	—	—	—	—
Укрытие	Под общим укры- тием	1	—	1
Навес	—	—	—	—

По спецзаказу блок очистки может быть укомплектован расчетной технологией регламентирования компонентного состава и управления свойствами буровых растворов или компьютерной программой для этих целей. Технология позволяет вести оперативное управление процессом приготовления и обработки бурового раствора при наименьших затратах времени и материалов.

#### **16.2.1. БЛОКИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА АООТ «ВОЛГОГРАДСКИЙ ЗАВОД БУРОВОЙ ТЕХНИКИ»**

Циркуляционные системы производства АООТ «Волгоградский завод буровой техники» скомпонованы в виде цельнометаллических блок-модулей (для северных регионов) или таких же блок-модулей с быстроразборной съёмной крышей и мягким укрытием (для южных регионов).

Межблочные соединения блоков быстроразъёмные.

Блок-модули снабжены: системой освещения; застекленными окнами; системой приточно-вытяжной вентиляции; люками для очистки емкостей; желобной системой для перетока бурового раствора по емкостям; донными клапанами для слива отработанного бурового раствора; пароподогревателями в донной части емкостей; паровыми калориферами для обогрева помещения.

#### **Средства автоматизации и механизации спускоподъемных операций**

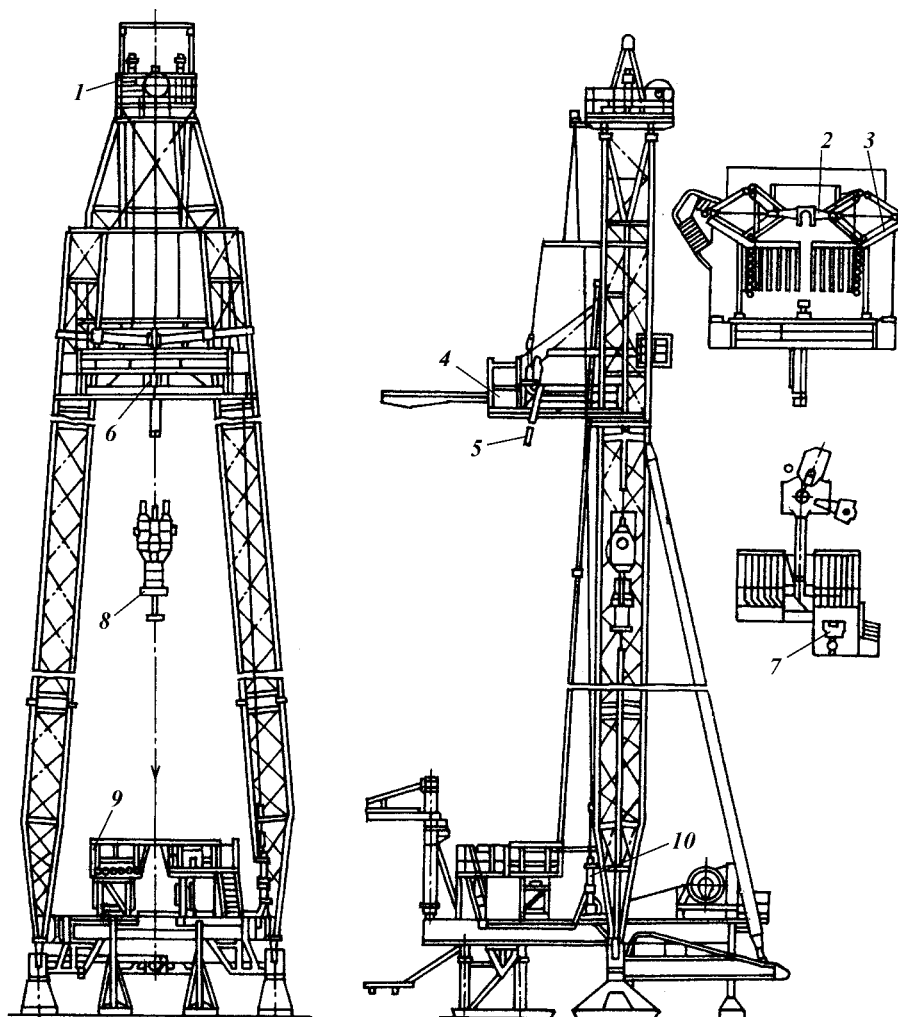
В целях облегчения труда буровой бригады, повышения производительности труда и качества технологических операций в современных буровых установках широко используются средства автоматизации и механизации.

Для автоматизации спускоподъемных операций бурильного инструмента широко применяют установки спуско-подъема типа АСП.

В состав комплекса АСП входят автоматический элеватор, механизм захвата свечи, механизм подъема свечи, механизм расстановки свечей, подсвечники и магазины, подвижный центратор и пульт управления.

Автоматический элеватор предназначен для подхвата и освобождения колонны бурильных труб при спускоподъемных операциях. Механизм захвата свечи работает при включении с пульта управления, автоматически захватывая свечу и освобождая ее после установки на подсвечник. Этот механизм состоит из захватного устройства и каретки, которая крепится к скобе стрелы механизма расстановки свечей. Механизм подъема свечи служит для подъема и спуска механизма захвата со свечой при ее переносе и представляет собой блок цилиндров двойного действия с рабочим давлением 0,6 – 0,9 МПа.

Механизм расстановки свечей предназначен для переноса свечи с центра скважины на подсвечник и обратно. Он состоит из рамы с тележкой, перемещающейся по направляющим, и стрелы. Подсвечник представляет собой металлоконструкцию, разделенную на секции и предназначенную для установки на ней свечей. Для удержания верхних концов свечей в определенном порядке используют магазин, разделенный на секции пальцами. Подвижный центратор перемещается по специальным направляющим канатам и удерживает верхний конец свечи в центре скважины при свинчивании и развинчивании. На рис. 16.13 приведен общий вид АСП.



**Рис. 16.13. Схема расположения механизмов АСП на буровой:**  
 1 — направляющие канаты центратора; 2 — центратор; 3 — магазин для свечей; 4 — полати;  
 5 — механизм захвата свечи; 6 — механизм расстановки свечей; 7 — пульт управления АСП;  
 8 — автоматический элеватор; 9 — подсвечник; 10 — механизм подъема свечи

Для ускорения процесса свинчивания и развинчивания бурильных и обсадных труб применяются автоматические ключи. Ниже дана техническая характеристика ключа АКБ-3М2.

**Техническая характеристика АКБ-3М2**

Диапазон работы ключа, мм:	
для труб с бурильными замками .....	108—216
для обсадных труб.....	114—194
Допустимый износ бурильных замков, мм.....	9
Частота вращения турбозажимного устройства (при давлении воздуха на входе в пульт 0,1 МПа), об/мин:	
максимальная .....	84
минимальная.....	80



Крутящий момент, кН·м:	
номинальный .....	1,2
максимальный:	
при развинчивании .....	50
при завинчивании без докрепления .....	18
при завинчивании с одним докреплением .....	25
Длина хода блока ключа, мм .....	10
Давление воздуха в сети (у пульта управления), МПа .....	0,7–0,1
Расход воздуха на один цикл работы, м <sup>3</sup> .....	1,2
Габариты, мм .....	1655×1013×2388
Габариты пульта управления, мм .....	740×415×1300
Масса ключа, кг .....	2800

### 16.3. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН

Для транспортирования тампонажных материалов к буровым скважинам и механизированного приготовления растворов применяют цементно-смесительные машины и агрегаты, которые принято называть установками смесительными (УС).

Цементно-смесительные машины, имеющие в качестве основных узлов бункер, погрузочно-разгрузочное устройство и устройство для приготовления растворов, монтируют на автомобилях или прицепах. Существуют два типа смесительных машин: с механической и пневматической разгрузкой бункера. Распространение получили установки смесительные УС6-30, которые являются модернизацией цементно-смесительной машины с механической разгрузкой 2СМН-20.

#### 16.3.1. УСТАНОВКИ СМЕСИТЕЛЬНЫЕ

##### Установка смесительная механическая УС6-30

Передвижная установка смесительная механическая УС6-30 предназначена для транспортирования сухих порошкообразных материалов (цемента, тампонажных смесей и др.), механически регулируемой подачи этих материалов винтовыми конвейерами и приготовления тампонажных растворов при цементировании нефтяных и газовых скважин. Она работает совместно с цементировочным агрегатом, от насоса которого к смесительному устройству подводится жидкость затворения.

Установка предназначена для работы в районах с умеренным и холодным климатом.

##### Техническая характеристика установки УС6-30

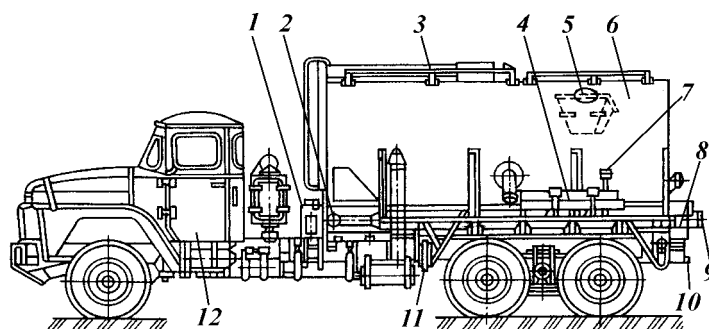
Монтажная база .....	Шасси автомобиля КрАЗ-250
Наибольшая масса транспортируемого материала по дорогам, т:	
с твердым покрытием .....	11,5
без твердого покрытия, включая участки бездорожья .....	9,5
Масса догрузки бункера на месте цементирования, т, не более .....	20,0
Наибольшая производительность приготовления тампонажного раствора плотностью 1,85 г/см <sup>3</sup> (расчетная), дм <sup>3</sup> /с .....	27
Плотность приготавливаемого раствора, г/см <sup>3</sup> .....	1,3–2,4 (±0,02)
Время выхода на заданную плотность раствора, с, не более .....	40
Наибольшая производительность по сухому цементу, т/ч:	
загрузочного винтового конвейера .....	15,0
дозировочных винтовых конвейеров (расчетная) .....	132,0
Привод винтовых конвейеров .....	От двигателя автомобиля через коробку отбора мощности и карданные валы

Вместимость бункера, м <sup>3</sup> .....	14,5
Устройство смесительное.....	Гидровакуумное
Давление жидкости, МПа:	
оптимальное.....	1,5
максимальное.....	2,0
Диапазон регулирования плотности (от заданной) при изменении проходного сечения сбросного ствола краном ГРПП, г/см <sup>3</sup> .....	0,3–0,5

### Устройство и принцип работы установки

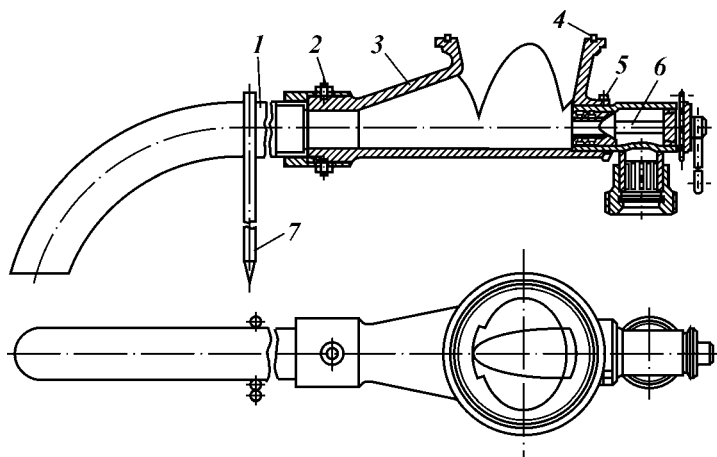
Оборудование установки состоит из бункера, коробки отбора мощности, трансмиссии, загрузочного и дозирующих винтовых конвейеров, устройства смесительного, системы управления и вспомогательного оборудования (рис. 16.14).

Устройство смесительное гидровакуумного типа (рис. 16.15) работает по принципу струйного насоса и представляет собой камеру с диффузором, переходящим в сливную трубу. Сливная труба в рабочем положении одним



**Рис. 16.14. Установка смесительная механическая УС6-30:**

1 – коробка отбора мощности; 2 – карданные валы; 3 – привод загрузочного шнека; 4 – загрузочный шнек; 5 – воронка загрузочная; 6 – бункер; 7 – вибратор; 8 – камера приемная; 9 – дозирующие шнеки; 10 – устройство смесительное; 11 – домкраты; 12 – автошасси



**Рис. 16.15. Смесительное устройство:**

1 – сборный ствол; 2 – зажимный болт; 3 – корпус смесителя; 4 – уплотнение; 5 – крепление; 6 – щелевидные поворотные насадки; 7 – упорный штырь

концом крепится с помощью болтов-фиксаторов к смесительному устройству, а на другом конце имеет деаэратор. В транспортном положении сливную трубу крепят с правой стороны бункера.

Принцип работы смесительного устройства основан на следующем: струя жидкости затворения, выходя из щелевидного насадка, создает разрежение в камере устройства, при этом тампонажный материал из приемной камеры попадает в сливную трубу, в которой за счет турбулентности потока происходит перемешивание материалов. Далее готовый раствор поступает в приемный бачок насосной установки.

Отличительной особенностью смесительного устройства является возможность регулирования плотности раствора без замены насадки, путем поворота пробки крана гидросмесителя ГРПП на требуемый угол.

Перемещают сухой тампонажный материал внутри бункера установки и подают его к приемной камере и смесительному устройству с помощью двух дозирующих винтовых конвейеров (шнеков), расположенному в бункере.

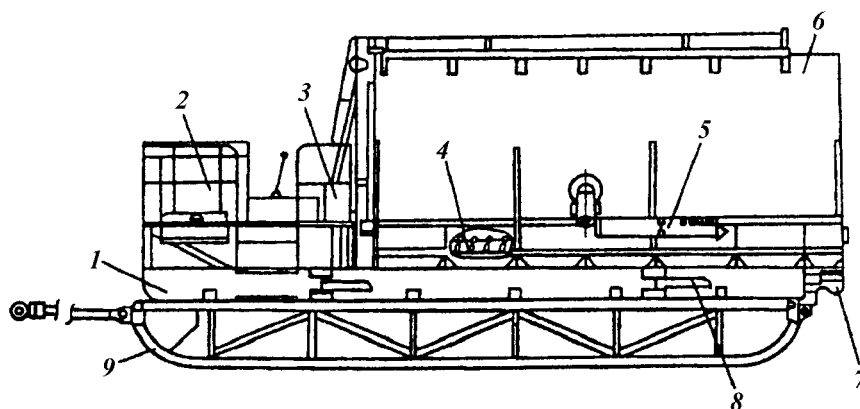
### Установка смесительная механическая ISMP-20

Установка предназначена для приготовления тампонажного раствора при цементировании скважин и для доставки к месту работ сухого тампонажного материала с догрузкой бункера на месте проведения работ. Оборудование установки смонтировано на санях для возможности ее буксировки трактором по снегу. Она может быть использована на морских нефтяных месторождениях, где может быть установлена на эстакаде или на палубе судна, обслуживающего морские месторождения.

На установке отсутствует водоподающий насос, поэтому она должна работать совместно с цементировочным агрегатом (насосной установкой).

#### Техническая характеристика установки смесительной ISMP-20

Вместимость бункера, м <sup>3</sup> .....	14,5
(по цементу), т.....	20,0
Максимальная масса транспортируемого сухого цемента при буксировке на санях, т.....	8
Максимальная теоретическая производительность приготовления тампонажного раствора плотностью 1,85 г/см <sup>3</sup> , дм <sup>3</sup> /с.....	27
Плотностьготавливаемого раствора, г/см <sup>3</sup> .....	1,3–2,4
Требуемое время выхода на заданную плотность раствора, с, не более	40
Диапазон регулирования плотности (от заданной при изменении проходного сечения сбросного ствола краном ГРПП), г/см <sup>3</sup> .....	0,3–0,5
Допускаемые колебания плотности раствора относительно заданной, г/см <sup>3</sup> , не более.....	±0,02
Максимально допустимое давление на насадок смесителя, МПа.....	2
Устройство смесительное.....	Струйного типа
Монтажная база.....	Рама
Привод основных и загрузочных шнеков.....	От установленного двигателя ГАЗ-52 через редуктор и цепную передачу
Максимальная теоретическая производительность по сухому цементу, т/ч:	
загрузочного винтового конвейера.....	15,0
дозировочных винтовых конвейеров.....	132
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	9125
ширина.....	2600
высота.....	3350
Масса, кг.....	6200
Наработка на отказ, ч.....	200
Средний ресурс до капитального ремонта, ч.....	1000



**Рис. 16.16. Установка смесительная механическая ISMP-20:**

1 – рама монтажная; 2 – силовая установка; 3 – редуктор; 4 – основные шнеки; 5 – разгрузочный шнек; 6 – бункер; 7 – устройство смешивающее; 8 – откидные кронштейны; 9 – сани

Установка смесительная механическая ISMP-20 (рис. 16.16) состоит из смесительного устройства 7 со сменными насадками, бункера 6, обусловленного основными 4 и загрузочными 5 шнеками, редуктора 3, а также из силовой установки 2. Силовая установка расположена на раме 1 и состоит из двигателя ГАЗ-52 с фрикционной муфтой, коробки перемены передач, систем питания, охлаждения и смазки, электрооборудования, управления КИП.

Рама установки цельносварная с четырьмя кронштейнами 8, по два с каждой стороны, для подвески к вертолету при транспортировании по воздуху. Для транспортирования тягачом рама устанавливается на сани 9, состоящие из двух полозьев, жестко связанных между собой поперечинами.

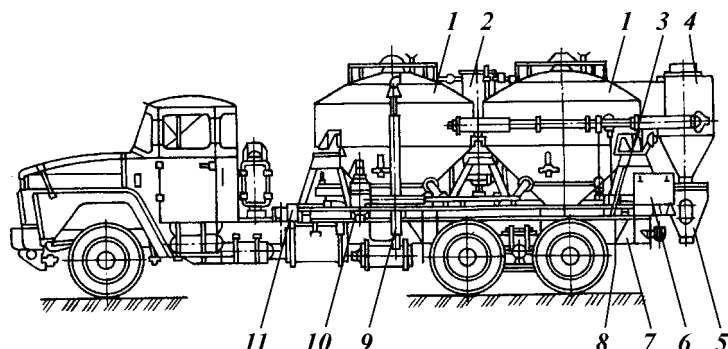
Привод всех механизмов установки осуществляется от двигателя ГАЗ-52 через редуктор. Вращение основным шнекам передается от редуктора, а к загрузочному шнеку – через редуктор и систему зубчатых и цепных передач. Управление редуктора осуществляется рычагами, находящимися на редукторе.

В корытах днища бункера размещены два шнека, которые производят подачу цемента из емкости в приемную воронку и дальше на смесительное устройство. Работает смесительное устройство по принципу струйного насоса, благодаря чему из приемной камеры цемент подсасывается водой и, проходя через смесительное устройство и выкидную трубу, перемешивается за счет турбулентного движения.

#### **Установка смесительная пневматическая УС5-30**

Установка смесительная УС5-30 оснащена пневматической системой. Цифра 5 в шифре – тип установки, а 30 – производительность приготовления тампонажного раствора в  $\text{дм}^3/\text{с}$  (рис. 16.17).

К преимуществам данной установки следует отнести возможность выполнения следующих технологических операций:



**Рис. 16.17. Установка смесительная УС5-30:**

1 — бункеры; 2 — фильтрующая система; 3 — вспомогательное оборудование; 4 — циклон; 5 — смесительное устройство; 6 — система управления; 7 — шасси КрАЗ-250; 8 — брызговики; 9 — система выхлопа и обогрева бачка компрессора; 10 — пневмосистема; 11 — привод компрессора

приготовление тампонажного раствора при работе в составе комплекса оборудования, предназначенного для цементирования скважин;

пневматическая перегрузка тампонажных материалов, минуя сепаратор, в другие смесительные установки пневматического или механического типов, а также в склады с помощью собственного или постороннего компрессора;

вакуумная самозагрузка из складов напольного типа и крытых вагонов;

гравитационная и пневматическая загрузка собственных бункеров из складов силосного типа;

загрузка собственных бункеров из автоцементовозов.

К недостаткам установки следует отнести сравнительно небольшое количество перевозимого тампонажного материала в двух имеющихся бункерах (11 т).

#### Техническая характеристика установки УС5-30

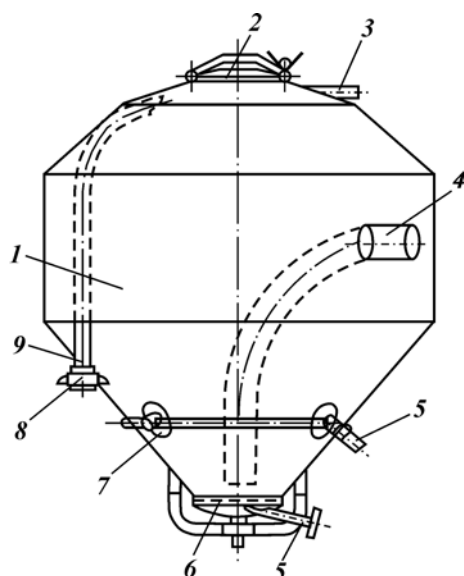
Монтажная база.....	Шасси автомобиля КрАЗ-250
Максимальная масса транспортируемого тампонажного материала, т	11,0
Максимальная производительность приготовления тампонажного раствора плотностью 1,35 г/см <sup>3</sup> , дм <sup>3</sup> /с.....	30
Плотность приготавливаемого раствора, г/см <sup>3</sup> .....	(1,3±2,4)±0,02
Число бункеров цилиндрическо-конической формы.....	2
Вместимость бункера, м <sup>3</sup> .....	4,0
Система разгрузки тампонажного материала из бункера.....	Пневматическая
Максимальная производительность разгрузки, т/мин.....	2,2
Максимальное рабочее давление в бункере, МПа.....	0,06
Система загрузки бункеров тампонажным материалом.....	Пневматическая вакуумного типа
Максимальная производительность вакуумной загрузки, т/ч.....	20
Максимальный вакуум в бункере, МПа.....	0,06
Точность измерения массомера, кг.....	±100
Компрессор	
Тип.....	РКВН-6-У (ротационный)
Подача, м <sup>3</sup> /мин.....	6,0±5 %
Абсолютное давление, МПа:	
нагнетания.....	0,22
всасывания.....	0,1

Привод.....	Через двухвальную коробку отбора мощности, установленную на раздаточной коробке автомобиля, и карданный вал
<b>Смесительное устройство</b>	
Тип.....	Гидروвакуумный с поворотной щелевидной насадкой
Давление жидкости, МПа:	
оптимальное.....	1,5
максимальное .....	2,0
Угол поворота насадки, градус .....	90
Диапазон регулирования плотности за счет поворота насадки, г/см <sup>3</sup> .....	0,12÷0,14
Управление установкой.....	Централизованное с поста, расположенного у смесительного устройства

Оборудование установки (см. рис. 16.17) монтируется на шасси автомобиля КраЗ-250 и состоит из двух бункеров, коробки отбора мощности с карданным валом, компрессора, пневмосистемы, фильтрующей системы вакуумной загрузки и обеспыливания, смесительного устройства, системы разгрузки и системы управления с устройством для взвешивания гидравлического типа, системы выхлопа и обогрева бачка компрессора.

Бункеры установки предназначены для аккумуляирования транспортируемого тампонажного материала и представляют собой две вертикальные влагонепроницаемые емкости цилиндроконической формы (рис. 16.18).

Нижняя часть бункера — коническая с углом при вершине, равным естественному углу откоса цемента. Бункер имеет загрузочный люк с откидной крышкой и встроенным тканевым фильтром, загрузочную трубу для загрузки с помощью вакуумного устройства самой установки или цементовозом. К нижнему фланцу бункера крепится коробка со съёмным аэроднищем, к средней части аэроднища внутри бункера подведена раз-



**Рис. 16.18. Бункер:**  
1 — корпус; 2 — крышка люка; 3 — отвод воздуха к фильтру; 4 — труба разгрузочная; 5 — подвод воздуха; 6 — крышка аэроднища; 7 — фланец; 8 — присоединительный узел; 9 — труба загрузки

грузочная труба с раструбом, на одном конце, и выходом в цилиндрическую часть бункера, на другом.

Коробка аэроднища имеет решетку с тканевым фильтром, под которую подводят сжатый воздух от компрессора установки. Оба бункера закреплены на монтажной раме шестью болтами с возможностью демонтажа. Бункеры имеют загрузочную трубу и отводы к фильтру первой ступени.

В верхней части бункера, вокруг загрузочных люков, имеются ограждения. Оба бункера оборудованы стационарными лестницами для подъема к люкам.

Система разгрузки включает продуктопроводы для пневмотранспорта тампонажного материала из бункеров к сепаратору установки и далее к смесительному устройству. Разгрузочные трубы бункеров имеют заслонки и объединены в общий коллектор, который соединен с сепаратором. Управление заслонками выведено с помощью вертикальных тяг к посту управления установкой.

Сепаратор цилиндрикоконической формы с тангенциальным вводом в верхней цилиндрической части крепится к заднему бункеру установки. В верхней части сепаратора находится колпак для отвода отделяемого воздуха в фильтр. К нижней части сепаратора крепится тканевый рукав. Отделение воздуха от транспортируемого тампонажного материала внутри сепаратора происходит под действием центробежных сил.

Отбор мощности для привода компрессора установки производится с помощью коробки отбора, установленной на раздаточной коробке автомобиля.

Система управления установкой УС5-30 — дистанционная централизованная с поста, расположенного в задней части установки, у смесительного устройства.

### Цементно-смесительная машина СМ-4М

Эта машина (рис. 16.19) предназначена для транспортирования сухого цемента на буровую и механизированного приготовления цементного раствора.

Все оборудование смонтировано на шасси автомобиля ЗИЛ-131А высокой проходимости и включает следующие устройства: смеситель 8, механизм управления оборотами дозирующего шнека 6, бункер 4, муфту редук-

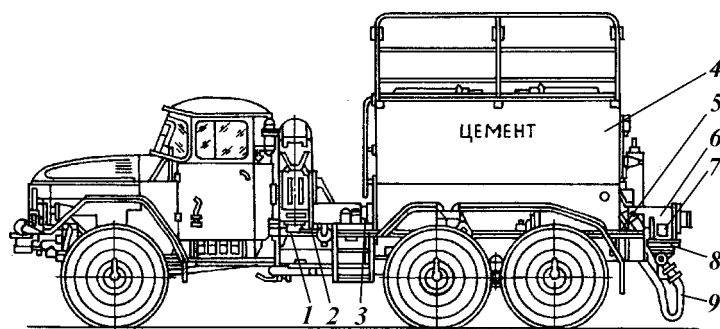


Рис. 16.19. Цементно-смесительная машина СМ-4М

тора 2, карданный вал 3, коробку отбора мощности 1, контрольно-измерительные приборы 5, приемную воронку 7 и напорную трубу 9.

#### Техническая характеристика цементно-смесительной машины СМ-4М

Масса перевозимого цемента в бункере, т:	
по дорогам с различными видами покрытий, включая грунтовые дороги и участки бездорожья.....	3,0
по дорогам с асфальтовым покрытием хорошего состояния.....	4,0
Максимальная скорость передвижения, км/ч.....	80
Производительность машины по раствору, м <sup>3</sup> /мин.....	0,4–0,6
Плотность приготавливаемого раствора, г/см <sup>3</sup> .....	1,7–2,0
Тип смесителя.....	Вакуумно-гидравлический
Давление жидкости перед смесительным устройством, МПа.....	0,6–0,1
Привод дозирующего шнека.....	От двигателя автомобиля
Монтажная база.....	Шасси автомобиля высокой проходимости ЗИЛ-131А
Габаритные размеры, мм:	
длина.....	7080
ширина.....	2380
высота.....	2500
Масса, т.....	6,800
Погрузчик цемента в бункер.....	Стационарный или другие средства

#### Устройство и принцип работы отдельных узлов машины СМ-4М

Машина СМ-4М представляет собой сочетание ряда узлов: бункера, дозирующего шнека, привода шнека, смесительного устройства и контрольно-измерительных приборов. Для монтажа оборудования используют шасси автомобиля ЗИЛ-131А без лебедки, с которого сняты буксирный прибор и задник буфера. Схема управления машиной СМ-4М приведена на рис. 16.20.

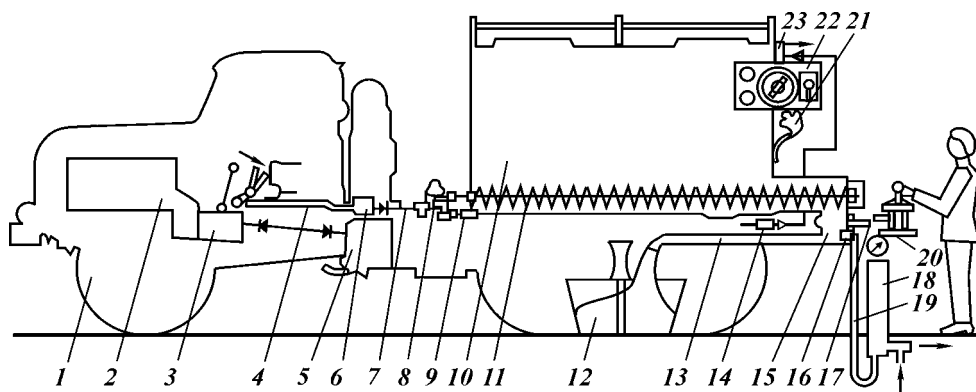


Рис. 16.20. Схема управления цементно-смесительной машины СМ-4М:

1 – шасси автомобиля ЗИЛ-131А; 2 – двигатель автомобиля; 3 – коробка перемены передач; 4 – управление коробкой отбора мощности; 5 – контрольно-измерительные приборы; 6 – коробка отбора мощности; 7 – вал карданный; 8 – редуктор; 9 – датчик тахометра; 10 – бункер; 11 – шнек; 12 – бачок цементировочного агрегата; 13 – труба напорная; 14 – кран пробковый; 15 – устройство смесительное; 16 – штуцер сменный; 17 – шибер приемочной воронки; 18 – регулятор давления; 19 – труба обводная; 20 – рычаг дублирующего управления педалью акселератора; 21 – фара поворотная с выключателем; 22 – щиток прибора с тахометром, выключателем зажигания и двумя контрольными лампами; 23 – вибратор пневматический С-820



Цемент загружают в бункер через люки стационарным шнеком или другими средствами, имеющимися на цементном складе. Дозирующий шнек приводится в движение от двигателя через коробку перемены передач (вторую передачу), коробку отбора мощности (КОМ-1), установленную на раздаточной коробке автомобиля, карданный вал, редуктор и предохранительную муфту.

Включают коробку отбора мощности из кабины водителя рычагом управления. Цемент подается шнеком к задней стенке бункера в приемную воронку и далее в смесительное устройство.

С другой стороны к смесительному устройству через регулятор давления подводится вода. Струя воды, истекающая из сопла штуцера смесительного устройства, создает в нем разрежение и, захватывая цемент, направляет его в напорную трубу, в которой благодаря турбулентности потока цемент перемешивается с жидкостью.

В зависимости от заданной плотности раствора и производительности в смесительное устройство устанавливают штуцеры необходимого сечения. В комплект входят штуцера с диаметрами отверстий 9,55; 11,0; 12,35; 13,5; 14,6 и 15,6 мм.

Плотность цементного раствора регулируют, изменяя количество цемента, подаваемого в смесительное устройство.

Смесительное устройство вакуумно-гидравлического типа со сменными штуцерами подвешивается к приемной воронке с помощью специального разъемного хомута.

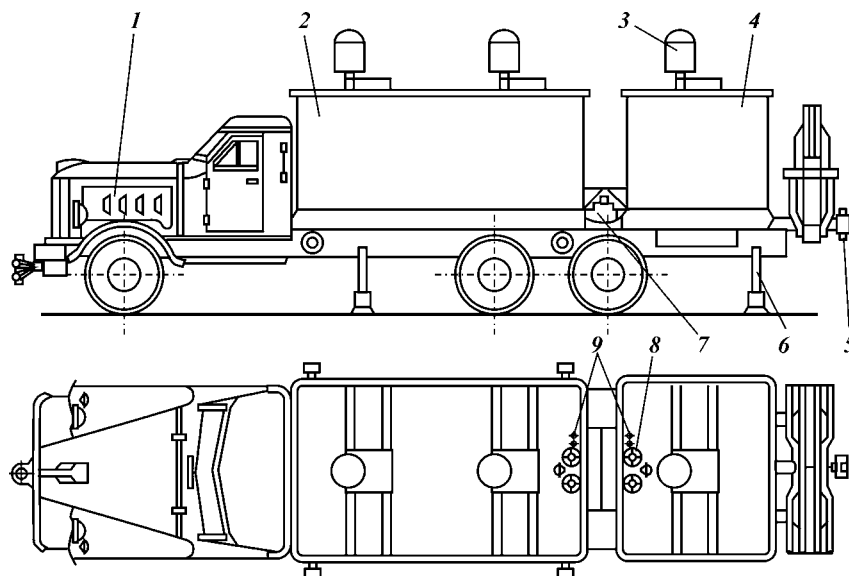
#### **Установки осреднительные**

Осреднительные установки предназначены для улучшения качества тампонажного раствора за счет повышения его однородности по всему объему и более полного его диспергирования. Эффект применения этих установок в силу различия их конструкции неодинаков. Достаточный эффект применения осреднительной установки достигается при сочетании определенных ее параметров (емкости, кратности перемешивания и величины подачи используемой жидкости). Для расчетов необходимо задаваться качеством готового раствора (величиной колебаний его плотности на выходе из осреднительной установки), фактическими данными колебаний его плотности на входе осреднительной установки и требуемой пропускной способностью, обеспечивающей непрерывность цикла нагнетания тампонажного раствора в сважину.

В б. ВНИИКРнефти разработана конструктивная схема и предложена технология приготовления и осреднения двух типов тампонажных растворов, которую можно осуществить, используя цементировочное оборудование. Осреднительную установку можно использовать также как емкость для приготовления затворяющей и буферных жидкостей и для накопления продавочной жидкости.

#### **Техническая характеристика установки для двух типов тампонажных растворов**

Производительность по осреднению раствора, л/с, не более:	
для большого отсека (две цементно-смесительные машины) .....	30
для малого отсека (одна цементно-смесительная машина).....	15
Колебания плотности раствора на выходе из осреднительной установки, г/см <sup>3</sup> , не более:	
из чистых и облегченных цементов.....	±0,03
из утяжеленных цементов .....	±0,05



**Рис. 16.21. Общий вид осреднительной установки:**

1 — шасси автомобиля; 2 — второй отсек; 3 — мотор-редуктор; 4 — первый отсек (мерный бак); 5 — обвязка; 6 — домкраты; 7 — трехходовой кран; 8 — донные клапаны; 9 — рычаги управления

Допустимые колебания плотности раствора на входе в емкость, г/см<sup>3</sup>, не более..... ±0,1  
 Применяемые материалы для приготовления тампонажных материалов.....

Цемент, гельцемент, многокомпонентные композиции на основе песка, цемента и т.д.

Общий вид осреднительной установки представлен на рис. 16.21.

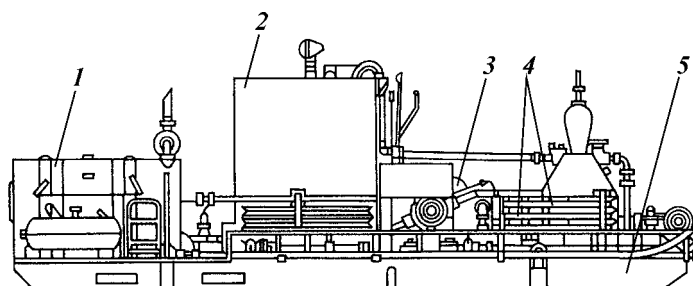
### 16.3.2. УСТАНОВКИ НАСОСНЫЕ И ЦЕМЕНТИРОВОЧНЫЕ АГРЕГАТЫ

Разработан комплекс оборудования для цементирования скважин в труднодоступных районах, состоящий из цементировочного агрегата, цементовозов и смесительного блока. Каждый агрегат представляет собой единый блок, который может быть использован не только при цементировании скважин, но и для проведения ряда других работ. Цементировочный агрегат можно применять для нагнетания жидкостей при гидropескоструйной перфорации, установке нефтяных ванн, глушении фонтанов и т.д. Смесительный блок может быть использован при цементировании обсаженных колонн с помощью буровых насосов, для подачи воды и т.д.

Цементировочные агрегаты в специальном исполнении отличаются друг от друга транспортными базами и способами доставки к месту проведения работ. Они могут быть смонтированы на раме (5ЦА-320), на санях (5ЦА-320С), а также на прицепе с болотными гусеницами (5ЦА-320ГБ).

#### Цементировочный агрегат 5ЦА-320 (рис. 16.22)

Цементировочные агрегаты типа 5ЦА-320 состоят из силовой установки, включающей двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от



**Рис. 16.22. Цементи́ровочный агрегат 5ЦА-320:**  
 1 – силовая установка с коробкой передач; 2 – мерный бак; 3 – цементи́ровочный насос;  
 4 – манифольд; 5 – рама

сжатия и пятискоростную коробку передач; цементи́ровочного насоса 9Т; мерного бака вместимостью 4 м<sup>3</sup>; вспомогательного оборудования и пульта управления, смонтированных на транспортной базе.

Агрегаты этого типа разработаны АзИНМАШем и грозненским заводом «Красный молот». Ими же разработана вся сопроводительная документация к этим агрегатам, в том числе инструкция по уходу и эксплуатации.

**Техническая характеристика агрегатов типа 5ЦА-320**

Приводная мощность, кВт.....	176
Максимальное давление, МПа.....	32,0
Максимальная подача, л/с.....	23,5
Гидравлическая мощность, кВт.....	105
Габариты агрегата на раме (5ЦА-320), мм:	
длина.....	6680
ширина.....	2650
высота.....	2510
Масса агрегата, кг.....	7993

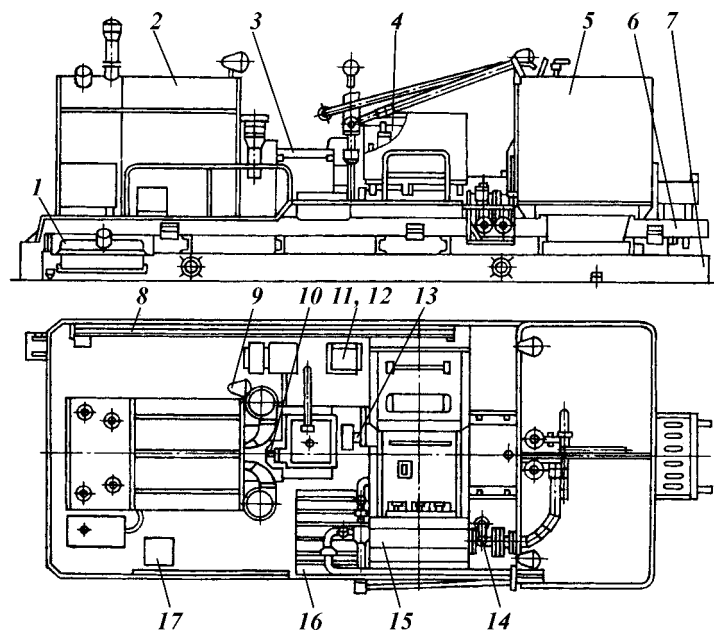
**Цементи́ровочный насос 9Т**

Тип.....	Поршневой горизонтальный двухцилиндровый двойного действия с глобоидной червячной передачей
Диаметр сменных цилиндрических втулок, мм.....	100, 115 и 127
Ход поршня, мм.....	250
Передаточное число глобоидной передачи.....	20,5
Максимальная частота вращения вала насоса, об/мин.....	133
Максимальное давление, МПа.....	32

**Установка насосная УНБ1Р-400**

Данная насосная установка предназначена для выполнения тех же работ, которые выполняются и другими насосными установками (на морских нефтяных и газовых скважинах, расположенных на отдельных основаниях и приэстакадных площадках; может быть использована при бурении отдельно расположенных и кустовых скважин), но отличается от них тем, что ее оборудование смонтировано не на шасси автомобиля, а на раме (буква «Р» в шифре).

В ее состав входит следующее оборудование (рис. 16.23): силовая установка с дизельным двигателем и фрикционной муфтой, промежуточный вал, коробка перемены передач, зубчатая муфта, насос 11Т, манифольд и прочее оборудование, аналогичное оборудованию цементи́ровочного агрегата 3ЦА-400А.



**Рис. 16.23. Насосная установка УНБ1Р-400:**

1 — установка топливных баков; 2 — силовая установка; 3 — коробка перемены передач; 4 — насос; 5 — бак замерный; 6 — монтаж агрегата; 7 — подрамник; 8 — трубопровод вспомогательный; 9 — электрооборудование; 10 — вал промежуточный; 11 — пост управления; 12 — приборы контрольно-измерительные; 13 — редуктор с муфтой; 14 — манифольд; 15 — ограждение гидравлической части насоса; 16 — установка аккумуляторов; 17 — инструментальный ящик

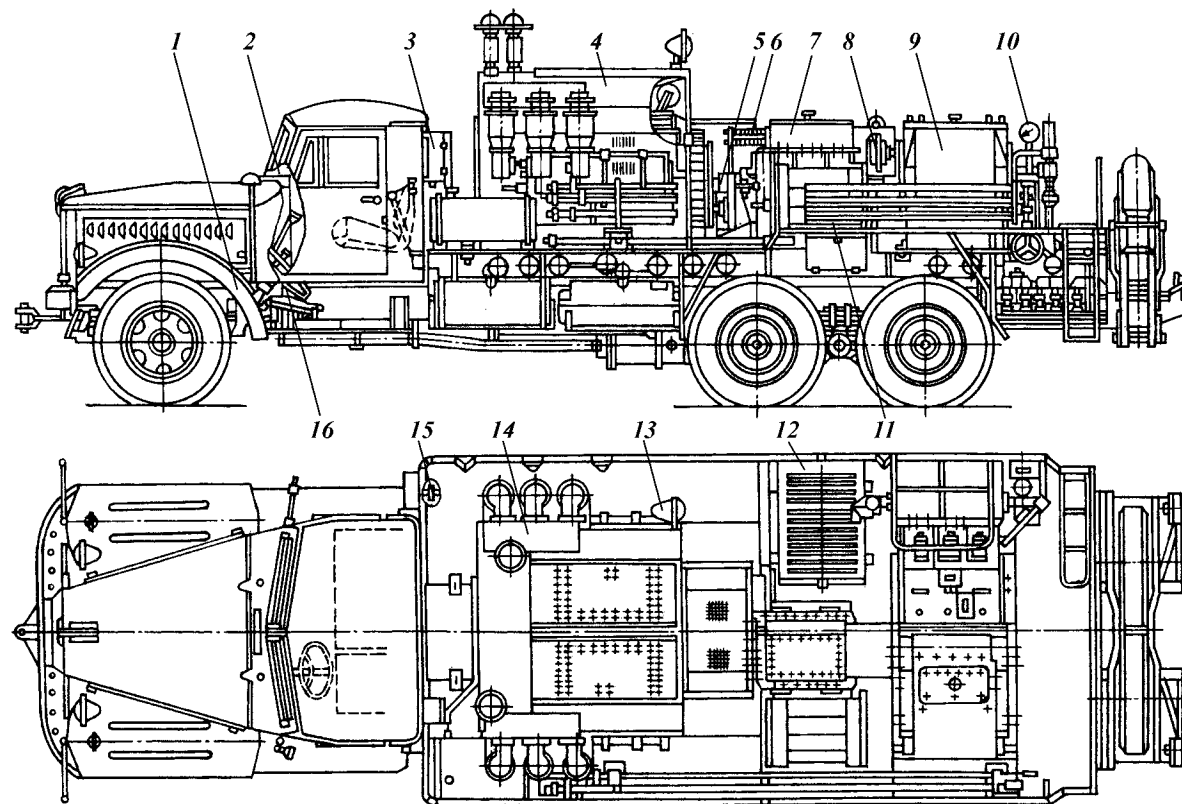
**Техническая характеристика установки насосной УНБ1Р-400**

Полезная мощность, кВт .....	257
Максимальное давление, МПа.....	40
Идеальная подача при максимальном давлении, дм <sup>3</sup> /с .....	7,4
Максимальная идеальная подача, дм <sup>3</sup> /с .....	36,5
Давление при максимальной идеальной подаче, МПа .....	8
Монтажная база.....	Рама
Привод насоса высокого давления.....	От силового агрегата, смонтированного на платформе установки
Габариты установки, мм:	
длина.....	7340
ширина.....	2900
высота .....	2800
Масса установки полная, кг .....	13 320

**Насос высокого давления 11Т**

Тип.....	Трехпоршневой, приводной, горизонтальный, двойного действия
Ход поршня, мм.....	200
Диаметр сменных втулок, мм .....	110, 125, 140
Наибольшее число двойных ходов .....	127
Передающее число приводной части.....	4,48
Редуктор .....	Одноступенчатый с косозубой цилиндрической парой
Передающее число .....	1,81

Установка УНБ1Р-400 не может быть использована для приготовления тампонажного раствора, так как не имеет водоподающего насоса.



**Рис. 16.24. Насосный агрегат 4АН-700:**

1 — шасси автомобиля; 2 — контрольно-измерительные приборы; 3 — щиток электроаппаратуры; 4 — установка силовая; 5 — вал промежуточный; 6 — система механического управления коробкой перемены передач; 7 — коробка перемены передач четырехскоростная с механическим управлением; 8 — муфта зубчатая; 9 — насос трехплунжерный для гидроразрыва пласта; 10 — манометр; 11 — трубопровод вспомогательный; 12 — установка аккумуляторов; 13 — фара; 14 — установка воздухоочистителей; 15 — электрооборудование; 16 — управление фрикционным и топливным насосом

### Насосный агрегат 4АН-700

Насосный агрегат 4АН-700 (рис. 16.24) предназначен в основном для нагнетания смеси жидкости и песка при гидравлическом разрыве пласта, гидроперфорациях и для выполнения других работ. В некоторых тампонажных конторах эти агрегаты используют также при цементировании скважин. Для этого их дополнительно оснащают небольшими мерными баками и необходимой арматурой и трубопроводами. В отличие от других типов агрегатов на агрегате 4АН-700 установлены плунжерные насосы 4Р-700, что дает возможность использовать их для нагнетания абразивных жидкостей (жидкость с песком и др.).

Агрегат 4АН-700 смонтирован на шасси автомобиля КраЗ-287. На агрегате установлен мощный двигатель (590 кВт), позволяющий насосу развивать давление 70 МПа при подаче 6,3 л/с. При работе этого двигателя рекомендуется применять наушники с антифонами.

#### Техническая характеристика насосного агрегата 4АН-700

Максимальная подача, л/с.....	22
Давление при максимальной подаче, МПа.....	20,7
Максимальное давление, МПа.....	70
Подача при максимальном давлении, л/с.....	6,3
Монтажная база.....	Трехосный грузовой автомобиль КраЗ-257
Грузоподъемность автомобиля, т.....	10 – 12
Двигатель.....	Внутреннего сгорания четырехконтактный
Максимальная мощность двигателя при частоте вращения вала 2100 об/мин, кВт.....	175

### 16.3.3. СТАНЦИЯ КОНТРОЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ

Для успешного проведения процесса цементирования и качественного разобцеживания пластов необходимо выполнение ряда условий. Основными из них являются соблюдение заданного режима цементирования, обуславливающего достижение максимально допустимой скорости восходящего потока бурового и тампонажного растворов в затрубном пространстве при допустимых давлениях на цементированной головке, забое и в необсаженном стволе скважины, а также заданного времени цементирования в соответствии с рецептурой подобранного для цементирования тампонажного раствора.

Основным параметром, по которому можно судить о соответствии свойств тампонажного раствора, приготовляемого при цементировании и подобранного в лаборатории, является его плотность  $\rho$ . В настоящее время применяются растворы плотностью от 1,0 до 2,5 г/см<sup>3</sup>. Даже незначительные отклонения плотности раствора от заданной приводят к значительным изменениям его свойств. Для раствора из чистых портландцементов допускается отклонение плотности от заданной не более  $\pm 0,03$  г/см<sup>3</sup>, а для утяжеленных или облегченных растворов – не более  $\pm 0,05$  г/см<sup>3</sup>.

В связи с этим контролировать плотность раствора при цементировании следует таким прибором, который позволяет проводить измерения с требуемой точностью.

При цементировании в обязательном порядке должна использоваться станция контроля цементирования типа СКЦ, которая позволяет замерять и регистрировать основные параметры цементирования, в том числе и

плотность закачиваемого раствора с имеющимися отклонениями. По диаграммной ленте после цементирования можно оценить, какой по качеству раствор закачан в различные интервалы скважины. Однако оперативно управлять процессом приготовления раствора каждой смесительной установкой по показаниям СКЦ нельзя.

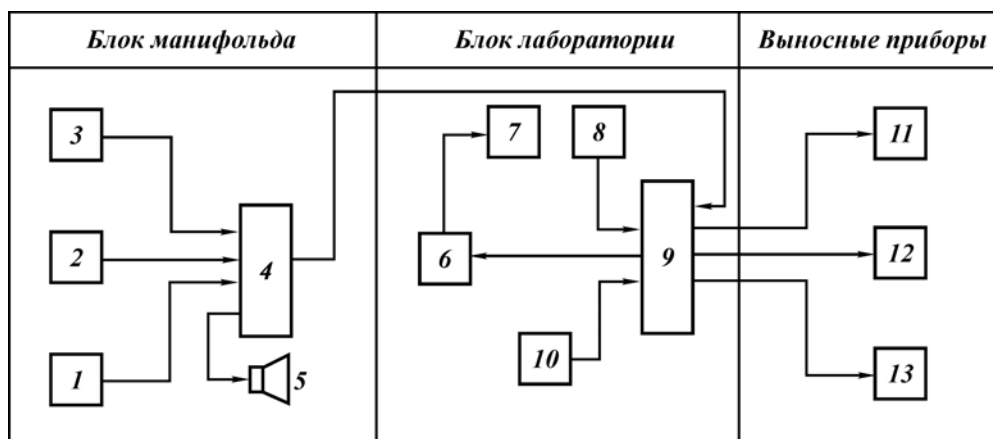
Станция СКЦ2М-80 предназначена для автоматического контроля на устье нефтяных и газовых скважин основных параметров закачиваемых электропроводящих жидкостей и технологических режимов процесса, а также для оперативного управления этим процессом и параметрами раствора.

Станция СКЦ2М-80 является самоходным комплексом измерительных и вспомогательных средств, размещенных на двух автомашинах повышенной проходимости, и состоит из блока манифольдов с измерительными преобразователями и блока лаборатории со вторичными и вспомогательными приборами. С помощью аппаратуры станции можно контролировать и регистрировать следующие технологические параметры: давление, мгновенный расход, суммарный объем и плотность закачиваемой жидкости.

Станцию СКЦ2М-80 можно использовать при проведении гидроразрыва пласта и других технологических операций.

Структурная схема станции СКЦ2М-80 приведена на рис. 16.25.

Основой функционирования станции являются приборы измерения давления, плотности и расхода раствора, прокачанного через цементировочный манифольд. Электрические сигналы, несущие измерительную информацию от преобразователей расхода 1, плотности 2 и давления 3, расположенных в линии цементировочного манифольда, поступают через вводную коробку 4 и панель разъемов 9 на блок режимов цементирования 6 и блок регистраторов 7. Информация о наличии давления, плотности и расхода отображается на стрелочных показывающих приборах блока режима цементирования, а объем закачанного раствора на электронном и



**Рис. 16.25. Структурная схема станции контроля цементирования СКЦ2М-80:**

1 – преобразователь расхода; 2 – преобразователь плотности; 3 – преобразователь давления; 4 – коробка вводная; 5 – громкоговоритель; 6 – блок режимов цементирования; 7 – блок регистраторов; 8 – блок силовой и связи; 9 – панель разъемов; 10 – усилитель громкоговорящей связи; 11 – выносной указатель контролируемых параметров; 12 – выносной указатель плотности; 13 – выносной блок связи

электромеханическом счетчиках. Дублирование показателей осуществлено с целью повышения надежности получаемых данных при ответственных технологических операциях, а также на случай кратковременного отключения электропитания. Вся измерительная информация регистрируется на диаграммных лентах четырех приборов Н-392, на боковом поле которых дополнительно регистрируется объем закачанного раствора.

Три самопишущих прибора регистрируют на диаграммной ленте значения давления, расхода и плотности раствора, а четвертый — изменение давления при работе в режиме «Стоп». Все эти приборы имеют отметчик, фиксирующий закачку 1 м<sup>3</sup> жидкости.

Каналы контроля давления и плотности раствора имеют световую сигнализацию, мигающий режим горения которых означает отклонение величин контролируемых параметров от заданных рукоятками соответствующих установок.

Станция контроля имеет в своем составе систему оперативного управления процессом: громкоговоритель 5 и усилитель громкоговорящей связи 10, выносные указатели контролируемых параметров 11 и выносной указатель плотности 12, дублирующие показания прибора блоков регистраторов, а также телефонную связь с оператором станции, находящимся в автомобиле-лаборатории, и прямой выход на громкоговорящую установку.

Принцип действия прибора для измерения расхода основан на явлении электромагнитной индукции. Первичный преобразователь расхода представляет собой участок трубы из немагнитной стали с изолированной внутренней поверхностью и с двумя диаметрально расположенными изолированными электродами, с которых снимается измерительный сигнал. На среднем участке имеется прямоугольный магнитопровод, создающий внутри трубы магнитное поле.

При прохождении электропроводной жидкости через однородное магнитное поле в ней, как в движущемся проводнике, наводится электродвижущая сила (ЭДС), величина которой пропорциональна скорости потока.

Для измерения давления в станции применен серийный преобразователь давления ПДР1, принцип действия которого основан на преобразовании прогиба мембраны чашеобразного упругого элемента, воспринимающего непосредственно (без разделителя) давление в контролируемой линии. Полученный в датчике сигнал после преобразования поступает на показывающий прибор контроля давления и самопишущий прибор, регистрирующий давление по шкале «Стоп». Это позволяет наблюдать и регистрировать в большом масштабе небольшие изменения давления, четко устанавливая момент посадки разделительной пробки на стоп-кольцо во время продавливания тампонажного раствора. При этом есть возможность наблюдать и регистрировать отклонение давления  $\pm 4$  МПа по всей ширине ленты, а второй прибор в это же время регистрирует истинное давление в первоначальном масштабе.