

УДК 622.24.085

КАРАКОЗОВ А.А. (ДонНТУ)

ОБґРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ ГІДРОПРИВОДНИХ УДАРНО-ЗАБИВНИХ СНАРЯДІВ ДЛЯ БУРІННЯ ПІДВІДНИХ СВЕРДЛОВИН

Стрімкий розвиток процесу освоєння шельфових родовищ корисних копалин обумовив різке зростання обсягів розвідувального буріння для вивчення верхньої товщі донних відкладень. Оскільки ці відкладення в переважній більшості представлені слабкими нескельними породами I–IV категорій по буримості, то для їхнього якісного випробування, особливо при інженерно-геологічних вишукуваннях, необхідні спеціальні технічні засоби, орієнтовані на роботу в специфічних морських умовах. Способи адаптації «сухопутного» устаткування до морських умов, які ще практикуються і в теперішніх умовах, вже давно себе вичерпали. Тому проблема розробки спеціалізованого бурового устаткування для проходки розвідувальних свердловин на шельфі останнім часом набуває все більшу актуальність.

Зупинимося на одному з важливих аспектів даної проблеми — створенні бурових снарядів, які реалізують ударно-забивний спосіб заглиблення в гірничу породу.

В останні роки створені нові зразки подібного устаткування — гідрударні бурові снаряди (ГБС), використання яких дозволило істотно підвищити техніко-економічні показники буріння розвідувальних свердловин і забезпечити високу якість випробування товщі донних відкладень. ГБС використовуються як для проб-отбора при однорейсовому бурінні свердловин глибиною до 6–10 м, так і в якості знімних свердловинних пристосувань при бурінні глибоких свердловин за технологією «Wire Line» [1–4].

Досвід застосування гідрударних бурових снарядів свідчить на користь їхньої перспективності і необхідності продовження наукових досліджень у цьому напрямку. Однак ці дослідження повинні проводитися на якісно новому рівні, що обумовлено існуючим протиріччям між постійним розширенням спектру задач буріння підвідних свердловин і обмеженістю області застосування сучасних ГБС. Сучасні ГБС складаються з колонкового набору і гідрударника (ГУ), який генерує удари з частотою 15–20 Гц. У той же час використання таких снарядів для рішення деяких задач морського буріння не завжди припустимо. Наприклад, при використанні забивних пробовідбірників при деяких інженерно-геологічних дослідженнях частота нанесення ударів по ґрунтоносу не повинна перевищувати 1–2 Гц, що на порядок нижче, ніж у сучасних конструкцій ГУ.

Отже, потреби морської бурової галузі обумовлюють необхідність створення нових ударно-забивних снарядів різного цільового призначення. В них у якості генератора ударних навантажень повинні використовуватися гідроприводні ударні механізми, конструкція і принцип дії яких можуть істотно відрізнятися від гідрударників (у класичному розумінні цього терміна) [5]. При цьому використання в нових ударних механізмах об'ємного гідравлічного приводу (поршневі гідродвигуни) обумовлюється його високою ефективністю і найбільшою пристосованістю до умов морського буріння.

Різноманіття нових принципів конструктивних схем гідроприводних ударно-забивних бурових снарядів визначається кількістю видів елементів і вузлів, які можуть входити у склад цього обладнання, і їх можливих сполучень. Аналіз існуючих технічних засобів дозволив розробити класифікацію конструктивних різновидів складових елементів і вузлів цих бурових снарядів, представлену на рисунку.

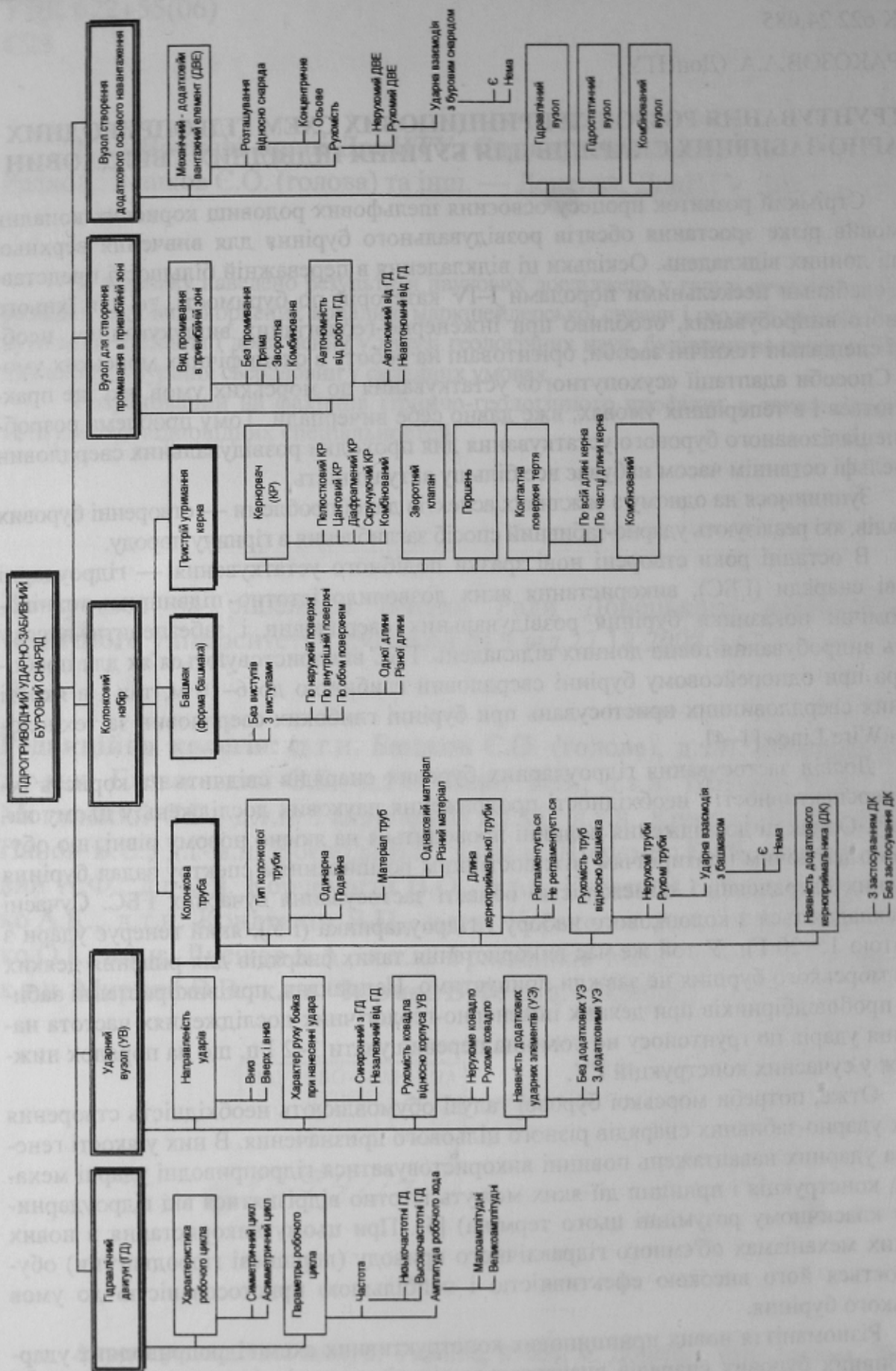


Рисунок. Класифікація конструктивних різновидів основних елементів і вузлів гідроприводних ударно-забивних бурових снарядів

До числа складових елементів і вузлів бурових снарядів відносяться:

1. Гідравлічний двигун.
2. Ударний вузол.
3. Колонковий набір.
4. Вузол створення промивання в привибійній зоні.
5. Вузол створення додаткового осьового навантаження.

Гідравлічний двигун виконує функцію привода ударного вузла. Оскільки в ударних механізмах використовуються поршневі гідродвигуни, то вони класифіковані по характеристиці (симетричність і асиметричність) і параметрам (частота й амплітуда робочого ходу) робочого циклу. Виділені ознаки при проектуванні бурового снаряда вибираються в залежності від вихідних вимог, які визначають режим роботи ударного вузла: напрямок і частота ударів, величина переміщення виконавчого елемента (бойка) ударного вузла, співвідношення швидкостей переміщення виконавчого елемента на різних фазах роботи і т.д.

Ударний вузол здійснює генерацію ударів для забивання колонкового набору в ґрунт. До його складу звичайно входить боек, одно чи два ковадла і корпус. Різновиди ударних вузлів підрозділяються по ознаках, які характеризують їхню кінематику і конструктивне виконання (напрямки ударів, характер руху бойка при нанесенні удару, рухливість ковадла відносно корпусу ударного вузла, наявність додаткових ударних елементів). Ці ознаки вибираються в залежності від вимог і обмежень до режиму занурення колонкового набору в ґрунт і контакту башмака з вибоєм, а також до швидкості й енергії зіткнення бойка з ковадлом. Варто відмітити, що введення в конструкцію вузла додаткових ударних елементів (крім бойка) може бути обґрунтовано з позицій підвищення його енергетичних параметрів. Однак цю ж функцію може виконувати як рухливий вантажний елемент (дивися нижче опис вузла створення додаткового осьового навантаження), так і рухливі труби колонкового набору, які взаємодіють з башмаком.

Колонковий набір складається з колонкової труби, башмака і пристрою утримання керна в трубі.

Колонкова труба може бути одинарною чи подвійною. Застосування подвійної колонкової труби, незважаючи на зменшення діаметра керна, виправдано в тому випадку, коли по кільцевому зазору між трубами до вибою підводиться потік рідини, який розмиває стінки свердловини. Це приводить до зниження сил тертя по зовнішній поверхні бурового снаряду, що дозволяє збільшити глибину буріння й істотно зменшити зусилля витягання забивного снаряда зі свердловини — а це особливо важливо при однорейсовому бурінні свердловин.

При використанні подвійної колонкової труби можливе застосування внутрішньої труби, виконаної з різних матеріалів, наприклад із пластмаси. При великій довжині колонкового набору це приводить до істотного зниження його маси. Зниження маси колонкового набору дозволяє, у свою чергу, поліпшити умови передачі ударних імпульсів на вибій, що дозволяє використовувати в ударному вузлі більш легкий боек. А в цілому це істотно знижує масу бурового снаряда. Крім того, використання матеріалів з низьким коефіцієнтом тертя об гірничу породу, дозволяє підвищувати глибину випробування через попередження пального ефекту.

При виборі довжини керноприймальної труби колонкового набору варто мати на увазі, що для виконання деяких задач, наприклад, при відбиранні монолітів її максимальна довжина строго регламентована. В інших же випадках, наприклад, при випробуванні родовищ будівельних матеріалів, такої регламентації немає. Тут довжина колонкового набору вибирається максимально можливою й обмежується вимо-

гами до глибини випробування, енергетичними параметрами ударного вузла, розмірами робочої площадки плавзасобу і характеристикою його вантажного устаткування. Варто мати на увазі, що для одержання проб ґрунту довжиною більш 1,5–2,5 м варто застосовувати спеціальні заходи, які перешкоджають передчасному настанню пального ефекту, наприклад, створення зворотного промивання в порожнині керноприймальної труби.

Рухливість колонкових труб відносно башмака може використовуватися, виходячи з двох передумов. По-перше, для запобігання відриву башмака від вибою при роботі снаряда з використанням ударного вузла, що наносить удари в двох напрямках. По-друге, така схема дозволяє здійснювати додатковий ударний вплив на вибій свердловини при використанні подвійної колонкової труби. Це досягається за рахунок того, що бойок ударного вузла взаємодіє тільки з однією трубою і забиває її в ґрунт. Після чого друга труба, рухаючись до башмака, наносить по ньому додатковий удар. У такий спосіб рухлива колонкова труба може дублювати функцію додаткового ударного елемента ударного вузла.

Використання додаткового керноприймача (бляшані гільзи, поліетиленовий рукав і т.д.) дозволяє поліпшити умови витягання керна і підвищити схоронність його структури, наприклад в обводнених породах. Таке конструктивне рішення приймається, виходячи з характеру геологічних задач, для виконання яких створюється буровий снаряд. Однак можливість використання додаткового керноприймача існує не завжди — це залежить від конструкції башмака і колонкової труби.

Башмак виконує функцію породоруйнівного інструмента і має крайку, що ріже, зі скосом по зовнішній поверхні. Його конструкція вибирається, виходячи з умов формування керна і стінок свердловини, а також взаємодії колонкового набору з гірничою породою. За формою башмак може бути з виступами по зовнішньому і (чи) внутрішньому діаметру відносно поверхні колонкової труби чи без таких. Зовнішні виступи формують стінку свердловини, а внутрішні — керн. При цьому знижуються сили тертя по зовнішній і внутрішній поверхні колонкового набору, що дозволяє збільшити глибину випробування. Створення кільцевих зазорів між колонковою трубою і стінками свердловини і керном дає можливість здійснювати промивання як усередині керноприймальної труби, так і по її зовнішній поверхні (у випадку подвійної колонкової труби), що також дозволяє збільшити глибину випробування. У той же час вважається, що зі збільшенням товщини башмака зростає товщина периферійної зони деформації керна. Тому у випадках, коли деформація керна повинна бути мінімальною, варто використовувати башмаки з зовнішнім і внутрішнім діаметром, що відповідають діаметрам колонкової труби. Однак при цьому глибина рейса не повинна перевищувати 0,7–1 м, оскільки при більших значеннях відбувається ущільнення керна в осьовому напрямку через його тертя об поверхню керноприймальної труби.

Пристрій утримання керна призначено для надійної фіксації керна в порожнині керноприймальної труби колонкового набору при підйомі бурового снаряда на поверхню. Ця функція може здійснюватися за допомогою кернорвача, зворотного клапана чи поршня, встановленого у верхній частині колонкового набору, контактної поверхні тертя між керном і колонковою трубою, а також за допомогою комбінації цих елементів, що є більш надійним способом утримання керна. Конструкція пристрою вибирається в залежності від конструкції колонкового набору і башмака. Так наявність зазору між керном і колонковою трубою вимагає обов'язкового застосування кернорвача. При використанні башмака без виступів може бути достатнім застосування зворотного клапана, при цьому внутрішня поверхня колонкової труби є контактною поверхнею тертя. Необхідно відзначити, що при проектуванні бажано прагнути до ви-

користання хоча б найбільш простого пелюсткового кернорвача. Цей захід істотно підвищує імовірність витягання керна на поверхню. При наявності в розрізі обводнених ґрунтів кернорвач варто виконувати з додатковими елементами, які герметизують порожнину керноприймальної труби, — еластичними діафрагмами і т.д.

Вузол для створення промивання в привибійній зоні служить для розмиву стінок свердловини і створення потоку промивної рідини в керноприймальній трубі, що значно підвищує рейсову проходку і поліпшує умови витягання бурового снаряда зі свердловини. Цей вузол є обов'язковим елементом і звичайно використовується тільки при довжинах рейса понад 1,5–2,5 м, оскільки його використання ускладнює конструкцію бурового снаряда. У той же час зазначена довжина рейса може бути досягнута за рахунок вибору раціональної конструкції ударного вузла і колонкового набору. При цьому промивання в привибійній зоні не створюється.

Конструктивне виконання цього вузла може бути різноманітним і залежить від виду промивання — прямого, зворотного чи комбінованого. Варто мати на увазі, що використання прямого і комбінованого промивання вимагає обов'язкового застосування подвійної колонкової труби. Робота вузла може здійснюватися як за рахунок гідродвигуна бурового снаряда, так і автономно. Наприклад, гідродвигун може бути приводом поршневого насоса зворотного промивання. Для створення промивання може також використовуватися відпрацьована в гідродвигуні рідина, яка використовується або для прямого промивання свердловини, або для привода ежектора, який ініціює зворотне промивання.

Вузол створення додаткового осевого навантаження також є не обов'язковим елементом і служить для подачі бурового снаряда і створення додаткового динамічного впливу на вибій. Вузол може бути механічним (використовується додатковий вантажний елемент), гідравлічним, гідростатичним і комбінованим. Використання додаткового вантажного елемента є найбільш простим технічним рішенням і може використовуватися в більшості технічних засобів. Його позитивною стороною є можливість генерації додаткових ударів по вибою свердловини. Гідравлічний вузол найчастіше використовується при експлуатації знімних свердловинних пристосувань (за аналогією з забійними механізмами подачі). Однак він може бути дуже перспективним при використанні в автономних установках однорейсового буріння. Гідростатичний вузол використовує гідростатичний тиск води в морі для подачі бурового снаряда на вибій, наприклад, за рахунок періодичного зниження тиску в порожнині керноприймальної труби при роботі поршневого насоса зворотного промивання.

Використовуючи запропоновану класифікацію різновидів основних елементів і вузлів з погляду взаємозв'язку їхнього конструктивного виконання й ефективності при рішенні конкретних геологічних задач, можна компоувати раціональну конструктивну схему гідроприводного ударно-забивного снаряда для відповідних умов експлуатації.

Бібліографічний список

1. **Калиниченко О.И.** Развитие научных основ создания погружных гидроударных снарядов и установок для однорейсового бурения скважин на морском шельфе / Дисс... докт. техн. наук. — Донецк: ДонНТУ, 2002. — 281 с.
2. **Каракозов А.А.** Создание комплекса технических средств бурения скважин на шельфе / 4-й Международный симпозиум по бурению скважин в осложненных условиях. — С.-Пб.: СПГИ, 1998. — С. 23.
3. **Кардыш В.Г.** Технические средства для бурения скважин в специальных условиях / 4-й Международный симпозиум по бурению скважин в осложненных условиях. — С.-Пб.: СПГИ, 1998. — С. 24.

4. Павлов О.В. Новые методы бурения инженерно-геологических скважин в глубоководных районах северо-западной части Тихого океана / 4-й Международный симпозиум по бурению скважин в осложненных условиях. — С.-Пб.: СПГИ, 1998. — С. 77.

5. Каракозов А.А., Рязанов А.Н., Пилипец В.И. Анализ рабочего цикла забивного пробурника с гидравлическим приводом / Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые. — Екатеринбург: УГГА, 1998. — Вып. 21. — С. 170–177.

© Каракозов А.А., 2002

УДК 622.244.46

ЧЖАН ЦЗУПЭЙ, СУНЬ ЮХУН (Цзилиньский университет, г. Чанчунь, Китай)

РАЗРАБОТКА КОМПРЕССОРНО-ДОЖИМНОГО УСТРОЙСТВА НА БАЗЕ НАСОСА BWZ—1100/50 ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН С ПЕНОЙ И ОПЫТ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Бурение скважин с очисткой пеной имеет большое преимущество, в особенности в засушливых, безводных районах. Для развития народного хозяйства в шести провинциях Северо-Западного Китая прежде всего требуется бурить скважины на воду. В этих районах поиски на воду называют «жизненной работой». В шести провинциях Северо-Западного Китая вода в коренных породах залегает на глубине более 500 м, поэтому бурение глубокой скважины на воду является тяжелой работой. Для бурения глубокой скважины на воду расходуется большое количество воды, а для применения пенного бурения необходимо иметь дорогой компрессор высокого давления (в Китае он стоит примерно 30–50 тыс. американских долларов) и буровой партии не по силам его купить.

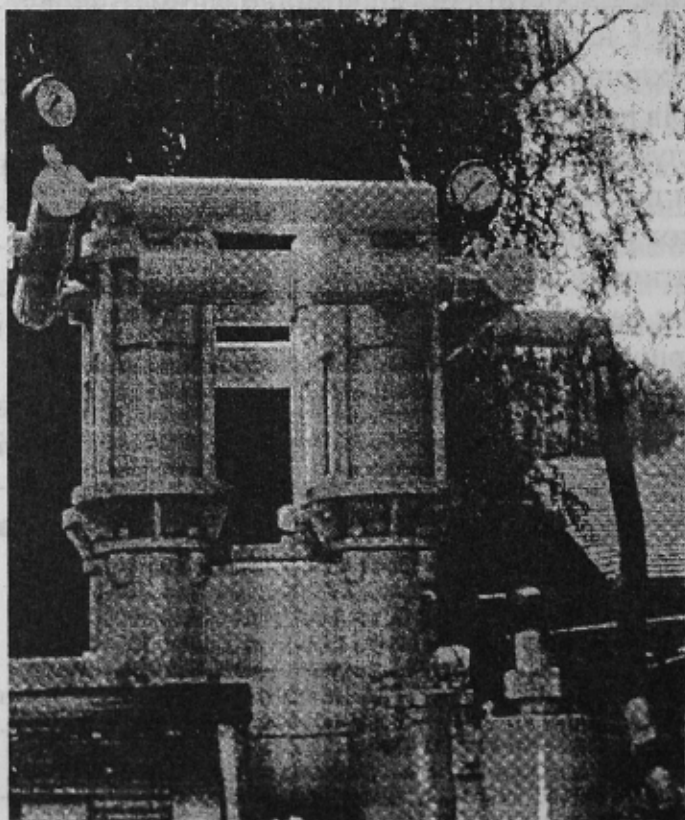


Рис.1. Внешний вид КДУ на базе насоса BWZ—1100/50 для бурения скважин с пеной

В связи с этим возникла необходимость в разработке компрессорно-дожимных устройств (КДУ) на базе буровых насосов взамен дорогого компрессора высокого давления. На основе разработанного российскими учеными устройства нами разработано крупногабаритное КДУ с пеной на базе насоса BWZ—1100/50, дожимного цилиндра, пенного дозировочного насоса модели SNB—90, пенного смесителя, воздухомера модели ZLB—80 и дизеля типа 4A135. При работе КДУ используется малогабаритный воздушный компрессор для подачи воздуха ($9\text{ м}^3/0,7\text{ МПа}$).

Конструкция и принципы работ КДУ BWZ—1100/50 заключается в следующем. К корпусу 6 двухцилиндрового насоса двойного действия BWZ—1100 (рис. 2) присоединены четыре удлиненных цилиндра 3, кото-