

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО ВИВЧЕННЮ КОНСТРУКЦІЙ НАСОСІВ
ДЛЯ ГІДРОСУМШЕЙ

2005

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО ВИВЧЕННЮ КОНСТРУКЦІЙ НАСОСІВ
ДЛЯ ГІДРОСУМШЕЙ
(для студентів спеціальностей
7.090209, 7.090216 та 7.090303)

Р о з г л я н у т о
на засіданні кафедри
«Енергомеханічні системи».
Протокол № 8 від 26.01.2005 р.

З а т в е р д ж е н о
на засіданні навчально-
видавничої ради ДонНТУ.
Протокол № 1 від 14.03.2005 р.

УДК 622.531 (071)

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт по вивченню конструкцій насосів для гідросумішей (для студентів спеціальностей 7.090209, 7.090216 та 7.090303) / Укладачі: Л. М. Козиряцький, О. В. Федоров — Донецьк: ДонНТУ, 2005. — 88 с.

Містить необхідні матеріали для вивчення студентами будови, конструкції й експлуатації відцентрових та об'ємних насосів для гідротранспортування твердих матеріалів: ґрунтових, шламових, піскових, багерних насосів, вуглесосів, бурових насосів та ін.

Укладачі:

Л. М. Козиряцький
О. В. Федоров

Рецензент

В. Ф. Шевченко

Відповідальний
за випуск

М. Г. Бойко

Вступ

Трубопровідний гідротранспорт є видом транспорту, що інтенсивно розвивається. За допомогою гідравлічного транспортування здійснюється переміщення різноманітних сипких вантажів: піску, роздрібненого вугілля та породи, рудного концентрату, шлаків, цементу та ін., при цьому дальність транспортування складає від кількох сотень метрів до сотень кілометрів.

Трубопровідний гідротранспорт є економічним, надійним та високопродуктивним і знаходить застосування у багатьох галузях: у гірничій промисловості та на збагачувальних фабриках — для транспортування корисних копалин, концентратів або породи; у будівництві — для транспорту ґрунту, піску, гравію, цементу, а особливо у практиці гідротехнічного будівництва при використанні землесосних снарядів; у металургії та на теплових електростанціях — для гідротранспорту шлаків та золи та ін.

Гідросуміш — вода зі зваженими твердими частками — по трубопроводам перекачується за допомогою спеціальних насосів: ґрунтових, шламових, вугільних, багерних та ін. У переважній більшості вони є відцентровими насосами, але необхідність перекачувати суміш води з твердими частками ставить до цих насосів особливі вимоги. Тому конструкції **насосів для гідросумішей** суттєво відрізняються від конструкцій насосів, що працюють на чистій воді.

Широкий спектр властивостей матеріалів, що перекачуються — розмір часток, їх абразивність — зумовлює необхідність випуску цілої гамми насосів, що розроблені спеціально для перекачування заданого класу гідросумішей.

1 Конструкція та експлуатація відцентрових насосів для гідросумішей

Основними елементами відцентрового насоса є *робоче колесо, підведення і відвід*. Крім того, до *гідравлічних елементів* відносять ущільнення, гідравлічний затвор, а до *конструктивних* — корпус, вал з деталями для кріплення коліс, підшипники, втулки, стяжні і кріпильні деталі.

1.1 Робочі колеса

Робоче колесо відцентрового насоса призначене для перетворення механічної енергії обертання вала в енергію потоку рідини, що перекачується.

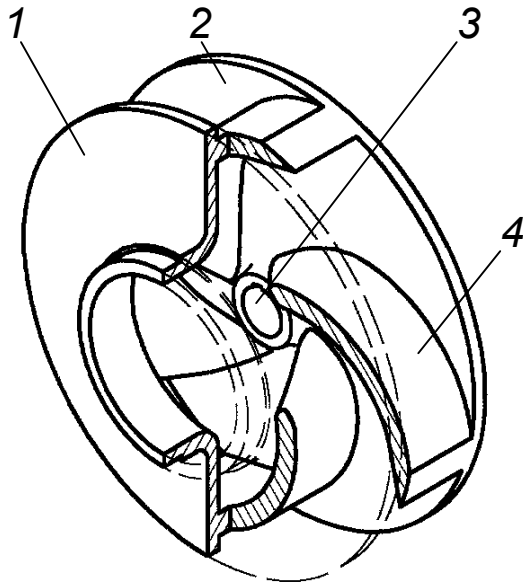


Рисунок 1 – Робоче колесо відцентрового насосу

Робоче колесо складається з переднього диску *1*, заднього (корінного) диску *2*, маточини *3* і лопаток *4*, рис.1. Рідина з підводу насосу через вікно всмоктування у передньому диску поступає у міжлопатеві канали. Внаслідок гідродинамічної взаємодії потоку рідини з лопатками колеса, що обертається, збільшується швидкість потоку та напор. Пройшовши через канали, рідина виходить вікнами по окружності колеса, та направляється у відвід.

До робочих коліс відцентрових насосів для гідросумішей ви-

сують такі **вимоги**:

- передача енергії потоку пульпи має відбуватися з мінімальними втратами;
- колеса мають бути зносостійкими;
- колеса повинні мати максимально можливі прохідні перетини каналів, тверді частки не повинні заклинюватися у них;
- колеса повинні мати просте, швидкокороз'ємне та надійне з'єднання з валом.

Розрізняють наступні типи робочих коліс ґрунтових насосів: відкриті, напівзакриті та закриті.

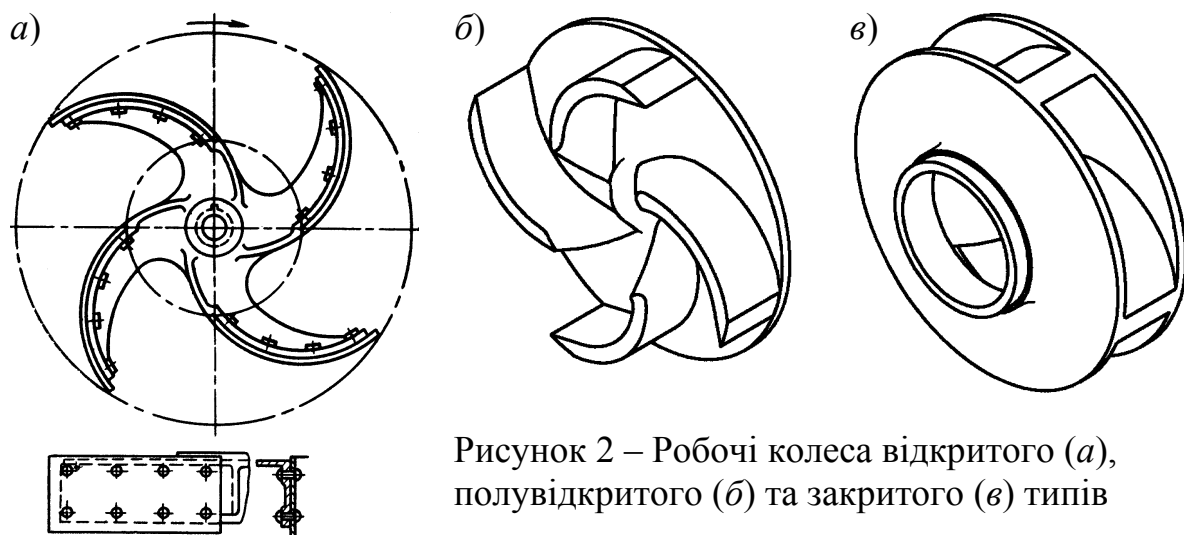


Рисунок 2 – Робочі колеса відкритого (а),
 полувідкритого (б) та закритого (в) типів

Відкриті робочі колеса не мають дисків, рис. 2 а. Вони досить прості в конструктивному відношенні, але в сучасних ґрунтових насосах колеса цього типу застосовуються нечасто, тому що к. к. д. їх не перевищує 40%. Відкриті робочі колеса менш піддані засміченню і дуже просто захищаються від зносу накладками зі спеціальних сталей. Ремонтувати їх також простіше, ніж колеса інших типів.

Напівзакриті колеса мають задній диск, що представляє собою одне ціле з маточиною, за допомогою якої колесо кріпиться на валу, рис. 2 б. Перевагою напівзакритих коліс є простота виготовлення та ремонту. Доступність усіх поверхонь, що зношуються, спрощує наплавлення їх твердими електродами. Коефіцієнт корисної дії таких коліс трохи вище, ніж у відкритих.

Закриті робочі колеса, що мають передній та задній диски, рис. 2 в, найбільш досконалі в гідравлічному відношенні, і ними обладнаються майже всі сучасні ґрунтові насоси. Ці колеса за інших рівних умов мають найбільшу механічну міцність. До числа їхніх недоліків варто віднести велику імовірність засмічення. Закриті колеса значно складніше захищати від зносу.

Робочі колеса в насосах для гідросумішей виготовляють широкими, з великими прохідними перетинами каналів, рис.3. Кількість лопаток у таких коліс менше, ніж у коліс звичайних насосів — як правило, від двох до чотирьох. Передній та задній диски роблять паралельними — це знижує можливість заклинювання великоуламкового матеріалу в робочому колесі.

Через різницю тисків на диски робочого колеса зі сторін всмоктування та нагнітання на робочому колесі формується значне *осьове зусилля*, яке направлене в сторону всмоктувального

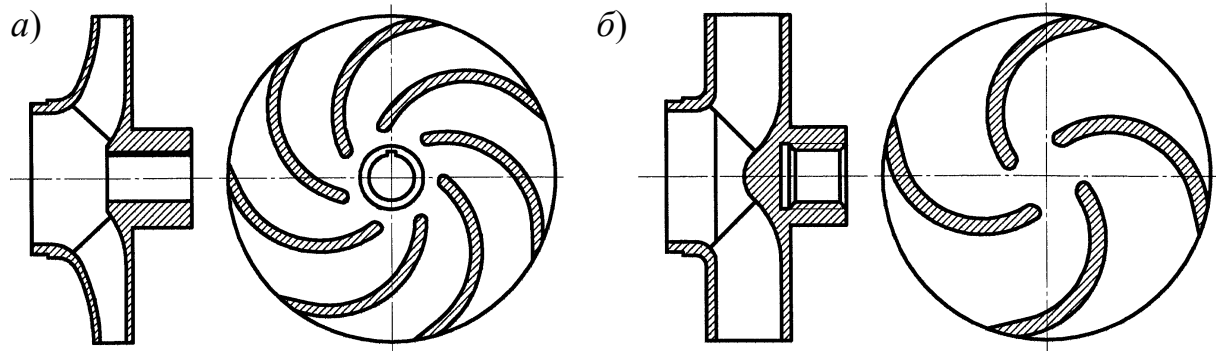


Рисунок 3 – Робочі колеса насосу для чистої води (а) та насосу для гідросуміші (б)

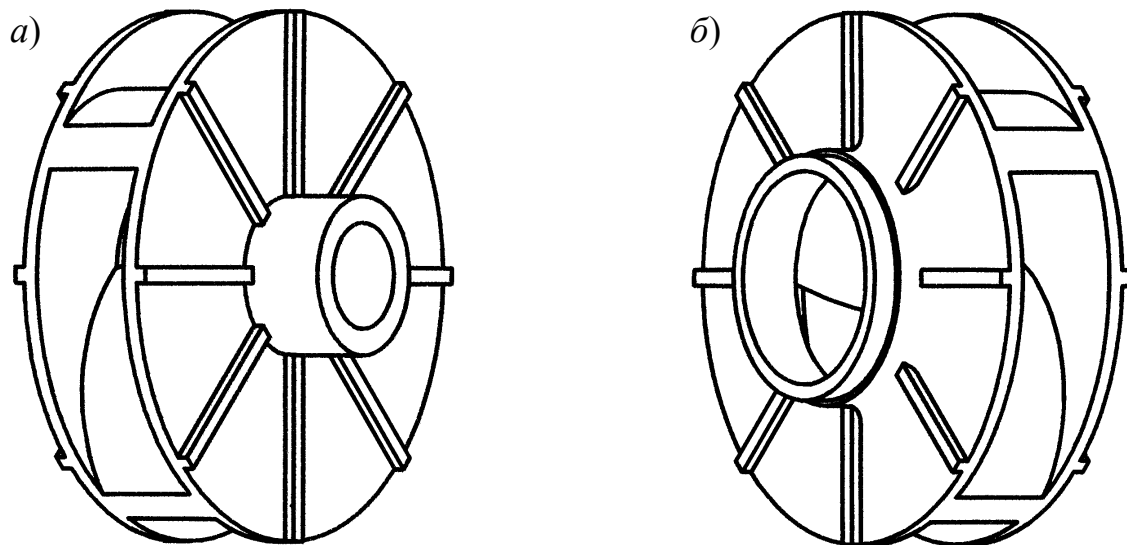


Рисунок 4 – Імпелер на задньому (а) та передньому (б) дисках робочого колеса

патрубка. Для зменшення осьового зусилля в деяких насосах у задньому диску робочого колеса виконують отвори. Інколи на зовнішній стороні заднього та переднього дисків робочого колеса роблять вузькі радіальні лопатки — *імпелер* — які закручують рідину у щілині за колесом, рис. 4. Відцентрова сила, що виникає, не дає твердим часткам потрапляти у зазор між робочим колесом та заднім бронецилиндром, а також у сальник. Крім того, *імпелер* зменшує тиск рідини у просторі за колесом, що покращує умови роботи сальника, та зменшує осьове зусилля на роторі.

Робочі колеса, як правило, виготовляються суцільнолитими. Колеса великих ґрунтових насосів іноді виготовляються звареними з литих деталей. Іноді, при застосуванні для виготовлення коліс важкооброблюваних твердих сплавів, вони робляться з окремою маточиною, що виготовляється з більш м'якого матеріалу.

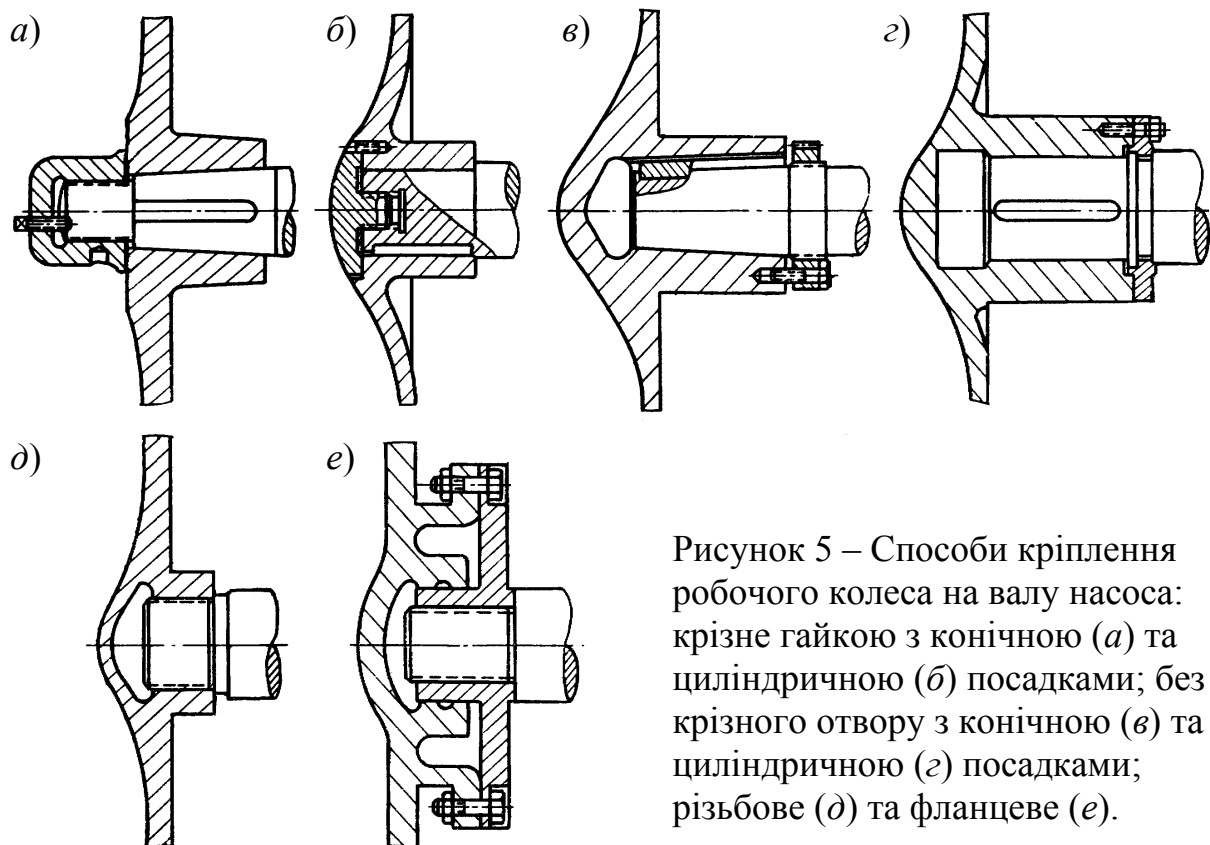


Рисунок 5 – Способи кріплення робочого колеса на валу насоса: крізне гайкою з конічною (а) та циліндричною (б) посадками; без крізного отвору з конічною (в) та циліндричною (г) посадками; різьбове (д) та фланцеве (е).

Відомі різні способи кріплення робочого колеса на валу. Найбільш поширені з них показані на рис. 5. Способи кріплення можна розділити на чотири групи: кріплення з наскрізними отворами в маточині, кріплення без наскрізних отворів, гвинтові та фланцеві кріплення.

Кріплення першої групи, рис. 5 а, б, забезпечують простоту з'єму та установки колеса, але при перекачуванні великоуламкових матеріалів гайка, що кріпить, піддана безупинним ударам, що знижує надійність з'єднання. Зазвичай, таке кріплення використовується на насосах для чистої води, а на сучасних насосах для гідросумішей майже не застосовуються.

При відсутності крізного отвору в маточині кріплення захищене від абразивного зносу, рис. 5 а, б. Однак демонтаж та монтаж робочого колеса ускладнюється, оскільки колесо кріпиться на валу зі сторони нагнітання — притягується болтами до гайки чи кільця, що закріплене на валу.

Отвір у маточині робочого колеса для посадки на вал робиться циліндричним або конічним. Циліндрична посадка, рис. 5 б, г, при якісному виготовленні точно фіксує положення колеса. Недоліком циліндричної посадки є необхідність ретельної обробки з допусками ковзних посадок. Надягання колеса на вал і,

особливо, зняття його при циліндричних посадках нерідко сполучені з великими труднощами.

Конічна посадка, рис. 5 а, б, не вимагає такої точності обробки, забезпечується простота надягання і зняття робочого колеса. Однак така посадка може давати биття колеса, а також не забезпечує точне положення робочого колеса в осьовому напрямку. Незважаючи на це, конічна посадка у насосах для гідросумішей поширена значно більше, ніж циліндрична. Момент, що крутить, передається за допомогою шпонок.

На рис. 5 д показаний гвинтовий спосіб кріплення робочого колеса, що усе частіше застосовується в сучасних ґрунтових насосах. Цей спосіб кріплення найбільш складний при виготовленні, але забезпечує найбільшу зручність при експлуатації. Для згвинчуванні колеса при електричному приводі застосовується пуск двигуна у зворотному напрямку при застопореному колесі. Гвинтовий спосіб посадки робочих коліс на вал широко застосовується в США, Нідерландах, Фінляндії.

Фланцевий спосіб кріплення, рис. 5 е, застосовується в тих випадках, коли проточна частина колеса виготовляється з особливо твердого, необроблюваного сплаву. Колесо кріпиться болтами до фланцю, який нагвинчується на вал, або виконаний з ним як одне ціле. Співвісність досягається циліндричним заточенням або контрольними шпильками.

1.2 Корпуси

Корпусом насоса називається деталь, що охоплює робоче колесо. Внутрішня порожнина корпусу служить *відводом*. Корпус має патрубок, до якого підключається напірний трубопровід.

Відвід призначений для прийняття потоку рідини від робочого колеса та зменшення швидкості потоку до величини, що дорівнює швидкості потоку в напірному трубопроводі. При цьому частина швидкісного напору перетворюється у статичний з відповідним підвищенням тиску на виході з насосу.

Відвід може бути *кільцевим*, з однаковою площею перетину каналу, та *спіральним (равликовим)*, площа перетину якого збільшується у напрямку до напірного патрубку. Останній є більш досконалим у гідравлічному відношенні.

До корпусу насоса, що перекачує гідросуміш, висуваються такі *вимоги*:

- мінімальний гідравлічний опір;
- можливість проходу великих твердих часток;
- стійкість до абразивного зносу;
- зручність демонтажу та ремонту.

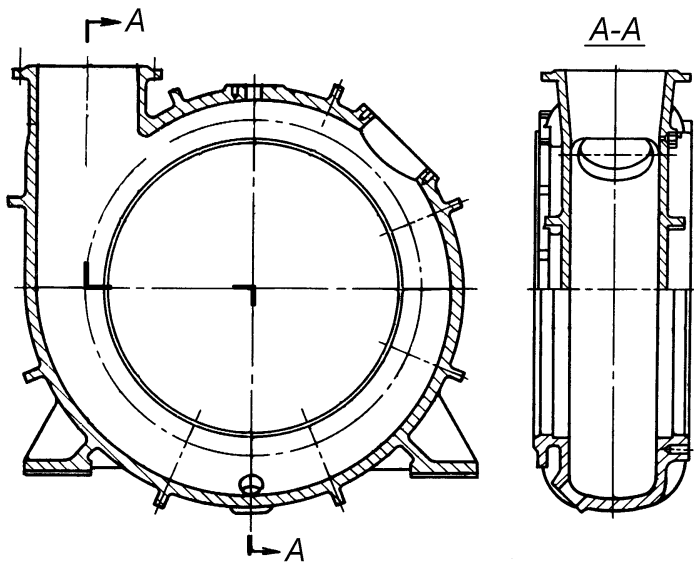


Рисунок 6 – Корпус насоса ЗГМ-1

Прохідний перетин корпуса насоса для гідросуміші повинен бути не менше прохідного перетину робочого колеса, що у свою чергу вибирається по максимальному розмірі твердих часток, для перекачування яких призначається насос. Ця вимога змушує при виборі форми равлика значно відступати від оптималь-

ної в гідравлічному відношенні форми. У багатьох сучасних ґрунтових насосах равлик виконується у виді концентричного каналу, дуже близького до кільцевого, рис. 6.

Корпуса насосів для гідросумішей зазвичай виконуються литими. Товщина стінок вибирається в залежності від матеріалу равлика і характеристики абразивних властивостей ґрунтів, для перекачування яких призначається насос. Для збільшення ресурсу корпуса у деяких насосах його виготовляють зі спеціальних зносостійких сплавів.

Для захисту корпуса від зносу застосовується *футеровка* змінними деталями, які виготовлені зі спеціальних зносостійких сталей. Це можуть бути *бронедиски* — плити, що захищають корпус від зношування пульпою, що попадає у зазор між корпусом та переднім або заднім дисками робочого колеса, рис. 7. У важких ґрунтових насосах застосовується *внутрішній корпус (броневкладки)* зі зносостійкого сплаву, що захищає корпус насоса від зносу, рис. 8. Зношений внутрішній корпус може бути легко замінений новим.

У конструкціях деяких вітчизняних та зарубіжних насосів для гідросумішей для захисту деталей проточної частини насосу використовуються спеціальні зносостійкі покриття. Найбільше поширення отримало *корундове* покриття, яке має надзвичайно

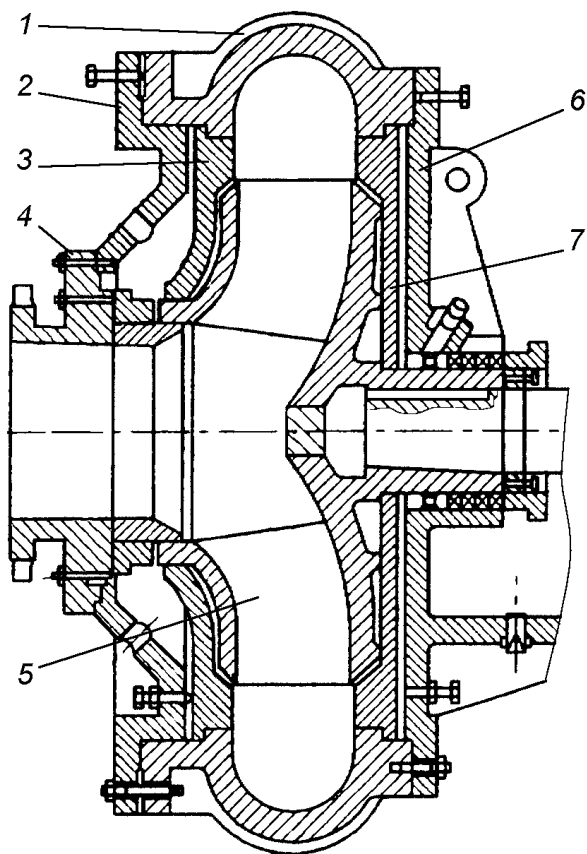


Рисунок 7 – Корпус ґрунтового насосу 16GrУ-8: 1 – корпус; 2 – передня кришка; 3 – передній бронедиск; 4 – всмоктувальний патрубок; 5 – робоче колесо; 6 – задня кришка; 7 – задній бронедиск

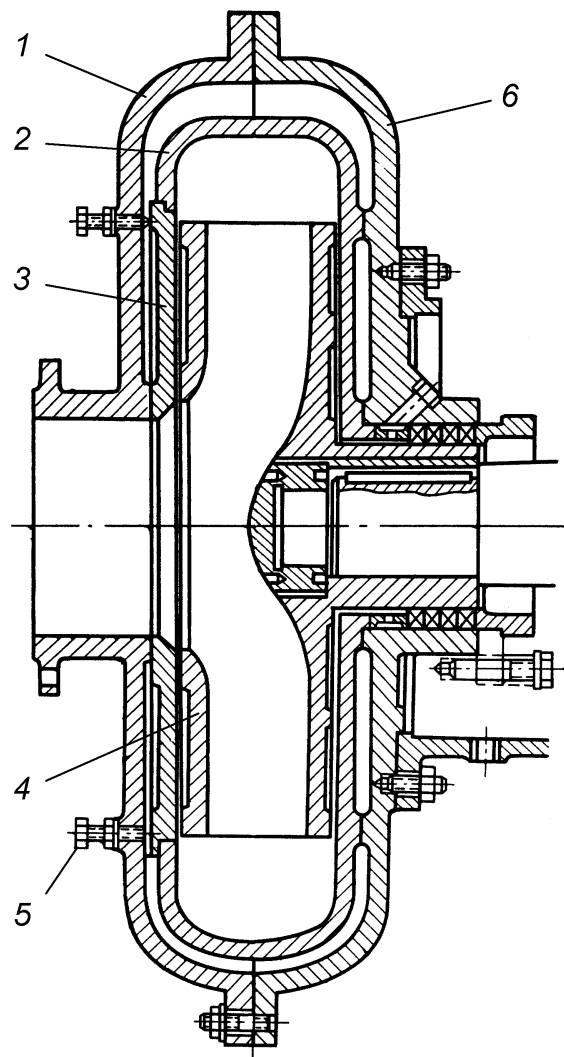


Рисунок 8 – Корпус ґрунтового насосу 12GrТ-8: 1 – передня половина корпусу; 2 – внутрішній корпус; 3 – бронедиск; 4 – робоче колесо; 5 – притискний болт; 6 – задня половина корпусу

високу стійкість до абразивного зносу. Корундовані насоси застосовуються при гідротранспортуванні дрібних абразивних матеріалів (піску, шлаку, золи), але при відсутності гравію і великоуламкових включень, тому що крихке корундове покриття при ударах сколюється.

Перспективним напрямком вдосконалення насосів для гідросумішей є також *футерівка гумовим покриттям* деталей проточної частини (робочого колеса, корпусу). Цей засіб захисту від зносу широко використовується європейськими та американськими виробниками. Дослідження показали, що пульпа майже не зношує гумових деталей. Однак гума футерівка може бути

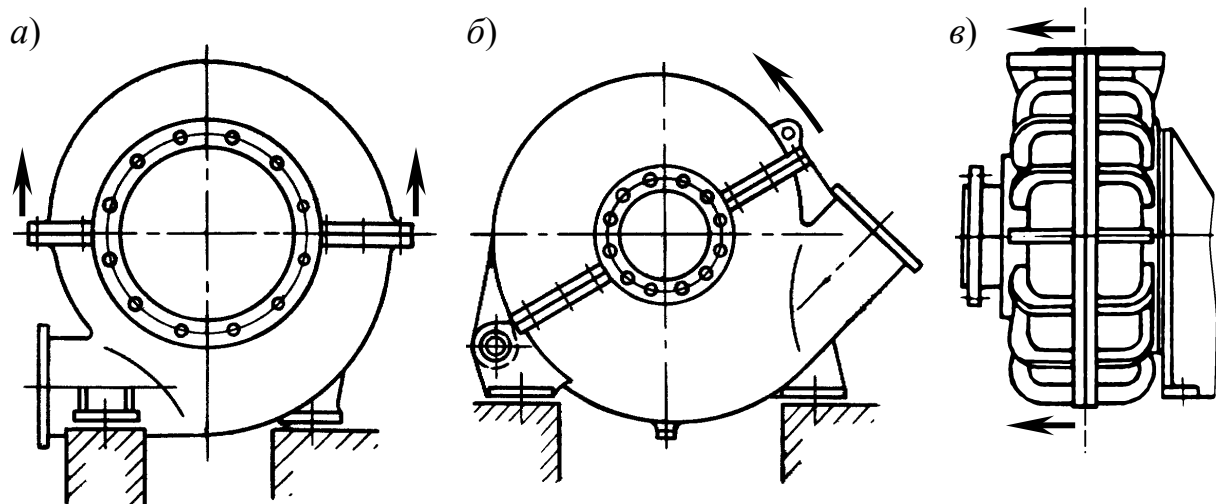


Рисунок 9 – Способи роз'єму ґрунтових насосів: по горизонтальній площині (а), по похилій площині з шарніром (б) та у площині, перпендикулярній до вісі обертання робочого колеса (в)

пошкоджена гострими уламками породи, тому її також доцільно використовувати при транспорті дрібних матеріалів.

Поширеним у вітчизняній та зарубіжній практиці є захист та відновлення деталей насосів для гідросумішей шляхом *електронаплавлення* їх зносостійкими сплавами.

Важкі умови експлуатації насосів для гідросумішей та малий ресурс швидкозношуваних деталей — робочого колеса, броневкладишей та бронецилиндрів, захисних та ущільнювальних кілець, — потребують забезпечення легкого доступу для їхньої заміни. На практиці одержали поширення різні рішення рознімання корпусу для зміни зношених деталей.

У великих ґрунтових насосах корпус звичайно рознімається по площині, паралельній осі обертання робочого колеса: горизонтальній, рис. 9 а, або похилій, рис. 9 б. Це дає змогу зняти верхню половину корпусу за допомогою підйомного пристрою без демонтажу всмоктувального та напірного трубопроводів. Для більш зручного монтажу в конструкцію корпусу деяких голландських насосів введено шарнір, рис. 9 б, що значно спрощує зборку насоса після заміни внутрішнього корпусу.

Недоліком описаних способів роз'єму корпусу є складність герметизації — приходить ся одночасно забезпечувати ущільнення в горизонтальній площині, між половинами корпусу, і у вертикальній, між корпусом і кришками.

Рознімання в площині, перпендикулярній осі обертання робочого колеса, рис. 9 в, спрощує герметизацію, тому що всі

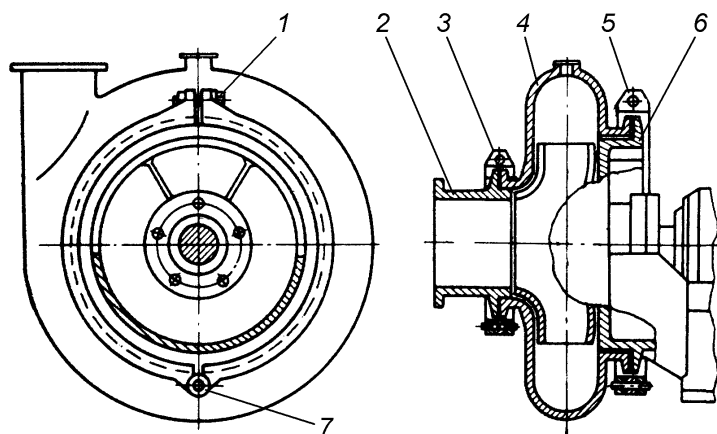


Рисунок 10 – Корпус ґрунтового насосу, що кріпиться за допомогою швидкокороз’ємних з’єднань: 1 – стяжний болт; 2 – всмоктувальний патрубок; 3, 5 – шарнірні кільця; 4 – корпус; 6 – задня кришка; 7 – шарнір

поверхні, що ущільнюються, лежать в одній площині. Спосіб застосовується в насосах малих і середніх моделей і має два варіанти. Якщо насос не має внутрішнього корпусу, його корпус зношується і підлягає періодичній заміні. У такому випадку корпус виконується цільним і кріпиться до передньої та задньої кришок, рис. 7. При наявності внутрішнього корпусу, корпус звичайно має рознімання по вертикальній площині симетрії, рис. 8.

Головний недолік роз’єму у площині, перпендикулярній осі обертання робочого колеса, — необхідність від’єднання усмоктувального і напірного трубопроводів. Голландською фірмою «I. X. K. Holland» випускаються невеликі ґрунтові насоси, у яких корпус з’єднується з задньою кришкою, всмоктувальним та нагнітальним патрубками швидкокороз’ємним з’єднанням найпростішої конструкції, що значно спрощує розбирання та складання насосу.

1.3 Ущільнення

Ущільнення служать для зменшення витоків у місцях виходу вала з корпусу та внутрішніх витоків між усмоктувальною і нагнітальною сторонами робочого колеса.

Переднє ущільнення робочого колеса запобігає перетіканню рідини з порожнини нагнітання до порожнини всмоктування через зазор між переднім диском робочого колеса та корпусом. У переважній більшості насосів для гідросумішей використовується *щільнне* або *лабіринтне* ущільнення.

Переднє ущільнення виконується в такий спосіб. У корпусі 1 насоса встановлюється нерухоме ущільнювальне кільце 5, а на передньому диску робочого колеса 3 робиться проточка, що відповідає кільцю, рис. 11 а. Між ущільнювальним кільцем та про-

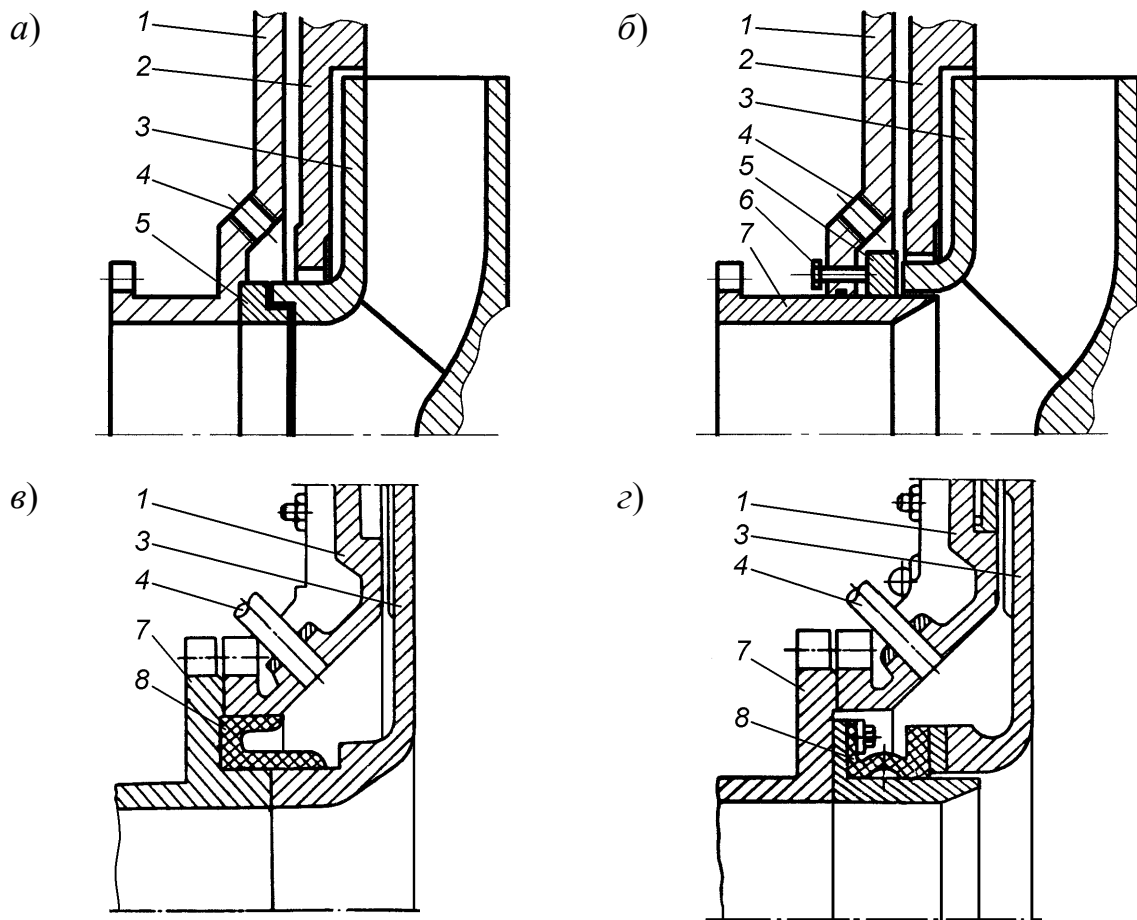


Рисунок 11 – Ущільнення робочого колеса нерегульованим (а) та регульованим (б) ущільнювальними кільцями; гумовою манжетою радіальне (в) та торцеве (г): 1 – передня кришка; 2 – бронедиск; 3 – робоче колесо; 4 – штуцер підводу чистої води; 5 – ущільнювальне кільце; 6 – регульовальні гвинти; 7 – всмоктувальний патрубок; 8 – гумова манжета

точкою утворюється кільцева щілина, у якій відбувається дроселювання тиску рідини, що протікає.

Ущільнювальне кільце є швидкозношуваною змінною деталлю. Для збільшення строку служби воно виготовляється зі зносостійких сплавів і, на деяких насосах, промивається чистою водою, що подається через отвір 4.

Щоб запобігти зменшенню к. к. д. насосу через перетікання рідини з порожнини нагнітання до порожнини всмоктування, зазор між ущільнювальним кільцем та колесом має бути мінімальним. Регулювання зазору здійснюється або шляхом переміщення ротора насоса, рис. 11 а, або шляхом регулювання положення ущільнювального кільця за допомогою гвинтів б, рис. 11 б. Другий спосіб дещо ускладнює конструкцію насосу, але спрощує регулювання зазору й використовується переважно на великих ґрунтових насосах.

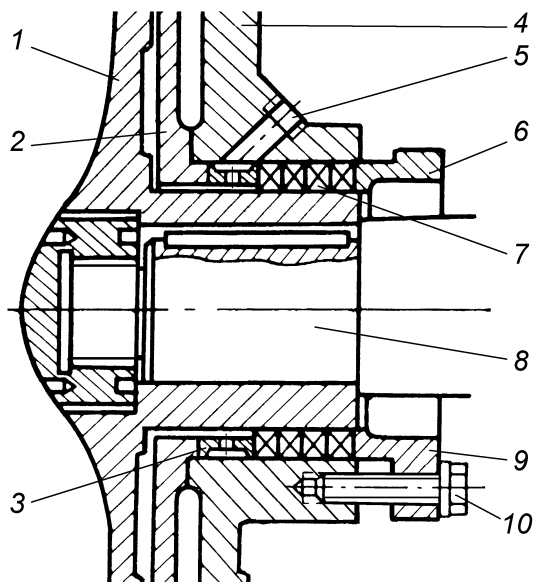


Рисунок 12 – Сальникове ущільнення:
 1 – робоче колесо; 2 – бронедиск;
 3 – водорозподільне кільце; 4 – задня кришка; 5 – отвір для подачі промивної води; 6, 9 – верхня та нижня половини притискного кільця; 7 – сальникове набивання; 8 – вал; 10 – шпилька

У деяких насосах ущільнювальне кільце відсутнє, а ущільнення здійснюється шляхом дроселювання зворотного потоку у радіальній щілині між переднім диском робочого колеса та переднім бронедиском, див. рис. 8. Це дещо зменшує ефективність ущільнення, але дозволяє спростити конструкцію та зменшити кількість змінних деталей.

Вочевидь, щілинне ущільнення не дає повної герметизації. Для досягнення максимального ущільнення деякі американські та європейські фірми застосовують *гумові самоущільнювальні прокладки* (манжети), що можуть бути радіальними, рис. 11 в, або торцевими, рис. 11 г.

Для ущільнення вала насоса в місцях виходу його з корпусу передбачаються *кінцеві ущільнення*, основним призначенням яких є запобігання витоків рідини, що перекачується, з насоса.

Сальникове ущільнення є найбільш простим з погляду конструктивного виконання й обслуговування, а тому є самим розповсюдженим типом ущільнення в насосах для гідросумішей. Елементом, що ущільнює, є набивання 7, рис. 12, яке найчастіше роблять у виді шнурів квадратного перетину, виконаних із пеньки або льону та просочують консистентним змащенням або графітом. У сучасних зарубіжних насосах використовуються інші матеріали, наприклад, азбест, покритий тефлоном (фірма *Ahlström*, Фінляндія)

Кільця набивання встановлюються у порожнині корпусу 4 та підгортаються натискним кільцем, що виготовлено роз'ємним з двох половин 6 та 9, і притягується до корпусу шпильками 10.

При цьому набивання притискається до вала або маточини робочого колеса, ущільнюючи його.

Для захисту сальника від влучання у нього твердих часток, у нього через отвір 5 та водорозподільне кільце 3 подається *чиста вода* у кількості, що складає приблизно 1,5...2 % від кількості пульпи, що перекачується, та під тиском, що на 10...15 м. вод. ст. перевищує тиск насоса. Вода утворює гідравлічний затвор та, рухаючись у напрямку від сальника до внутрішньої частини насоса, запобігає влученню твердих часток у зазор між робочим колесом та заднім бронецилиндром та забрудненню сальника.

За вимогою замовників ґрунтові насоси виготовляються з подачею чистої води близько 10% від кількості пульпи, що перекачується, у простір між робочим колесом і бронею. Це зменшує знос колеса і броні, але вимагає додаткової подачі значної кількості чистої води. При двох і трьох ступінях перекачування пульпи такої води буде потрібно близько 20...30% від кількості пульпи, що перекачується. Тому, звичайно, ґрунтові насоси поставляються без подачі чистої води в простір між колесом і бронею.

При роботі насоса без подачі чистої води на ущільнення сальників протягом менш години, при зносі вала на незначну величину (менше міліметра) насос треба зупинити для ремонту. Для запобігання зносу вала твердими частками він захищається спеціальною змінною захисною втулкою, або сальник розміщується безпосередньо на подовженій маточині робочого колеса, рис. 12.

Величина натискного зусилля на сальник повинна бути мінімальною, виходячи з умов забезпечення необхідної герметичності. При правильній роботі сальникового ущільнення через нього повинна протікати назовні деяка кількість рідини, що служить для змащення кілець набивання і відводу частини тепла, що виділяється при терті. Як правило, через сальник повинна просочуватися незначна кількість рідини (вимірювана краплями). Занадто велика течя через сальник небажана не тільки з розуміння експлуатації, але і тому, що при цьому вимивається графіт чи жир і волокнистий матеріал набивання залишається без просочення.

Головним недоліком сальникових ущільнень є малий термін служби, необхідність постійного догляду (підтяжка, перенабиван-

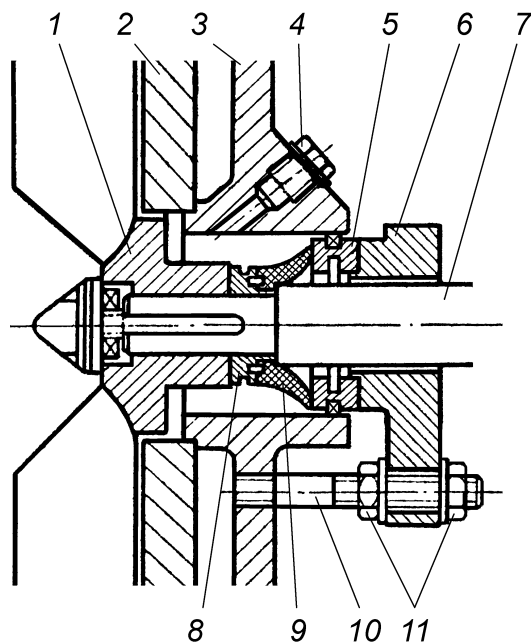


Рисунок 13 – Торцеве ущільнення:
 1 – робоче колесо; 2 – бронедиск;
 3 – задня кришка; 4 – отвір для подачі промивної води; 5 – втулка; 6 – кришка;
 7 – вал; 8 – кільце; 9 – гумова манжета;
 10 – шпилька; 11 – гайки

ня), непридатність для роботи при окружних швидкостях, що перевищують 30 м/с.

Окрім сальникових, у вітчизняному та зарубіжному насособудівництві застосовуються інші типи ущільнень. Найчастіше це ущільнення *гумовими кільцями та манжетами*. Наприклад, у шламовому насосі ШН2-200 застосоване торцеве ущільнення, що складається з гумової манжети 9 та втулки 5, рис. 13. Манжета закріплена у кільці 8, що затиснуто на валу 7 та обертається разом з валом. Втулка закріплена на кришці 6 ущільнення і підтискує манжету при переміщенні кришки за допомогою шпильок 10 та гайок 11. Для захисту ущільнення від влучання твердих часток через отвір 4 подається чиста вода.

У порівнянні з сальниковими такі ущільнення мають наступні переваги: можуть нормально працювати навіть при підвищеній вібрації ротора; мають значно більшу довговічність; не вимагають постійного догляду; можуть застосовуватися для більш широких діапазонів тисків і окружних швидкостей.

Істотним недоліком цих ущільнень є складність заміни зношеної манжети, бо для цього потрібно розбирати корпус насоса та знімати з вала робоче колесо.

1.4 Підшипники

Тип і конструкція підшипників ґрунтових насосів вибираються відповідно до розрахункових навантажень і частоти обертання ґрунтових насосів. Можуть застосовуватися як *підшипники*

котіння, так і підшипники ковзання, але у сучасних конструкціях насосів перевагу віддають підшипникам котіння, як більш надійним та таким, що потребують меншого догляду.

Вибір типу, розмірів та числа підшипників зумовлений важкими умовами їхньої роботи у порівнянні з насосами для чистої рідини. Наявність у гідросуміші, що перекачується, великих твердих часток призводить до формування на роторі динамічного навантаження, ударів. Окрім того, більшість насосів для гідросумішей не мають спеціальних пристроїв для врівноваження осевого зусилля, яке повністю сприймається підшипниковими опорами.

У невеликих насосах для гідросумішей у якості передньої та задньої опор можуть застосовуватися два однакових радіально-упорних шарикопідшипника. У важких ґрунтових насосах зазвичай передньою опорою служить важкий радіальний або сферичний роликотпідшипник, що сприймає тільки радіальне зусилля. Задня опора складається з такого ж роликотпідшипника та п'яти, що складена з двох упорних або радіально-упорних шарикотпідшипників й сприймає тільки осеве навантаження. Можливі також інші варіанти, наприклад передня опора — радіальний роликотпідшипник, а задня — два або три радіально-упорних шарикотпідшипника.

При застосуванні у якості опор підшипників ковзання, які сприймають тільки радіальне навантаження, для сприйняття осевого зусилля робиться п'ята з упорних або радіально-упорних шарикотпідшипників.

Підшипники розміщують у підшипникових стаканах, які, у свою чергу, закріплені у стійці. Зазвичай стійка робиться заодно зі станиною і є також картером для олії, що змащує підшипники. У деяких насосах, наприклад серії *ГрА*, передній та задній підшипники розміщені у одному стакані, який можна пересувати в станині у осевому напрямку для регулювання зазорів в ущільненні робочого колеса.

При конструюванні підшипників ґрунтових насосів варто звернути особливу увагу на захист їх від улучення пульпи, особливо в передній підшипник, що знаходиться в безпосередній близькості від сальникового ущільнення, яке при зносі починає пропускати пульпу. Добре зарекомендувало себе відбійне кільце,

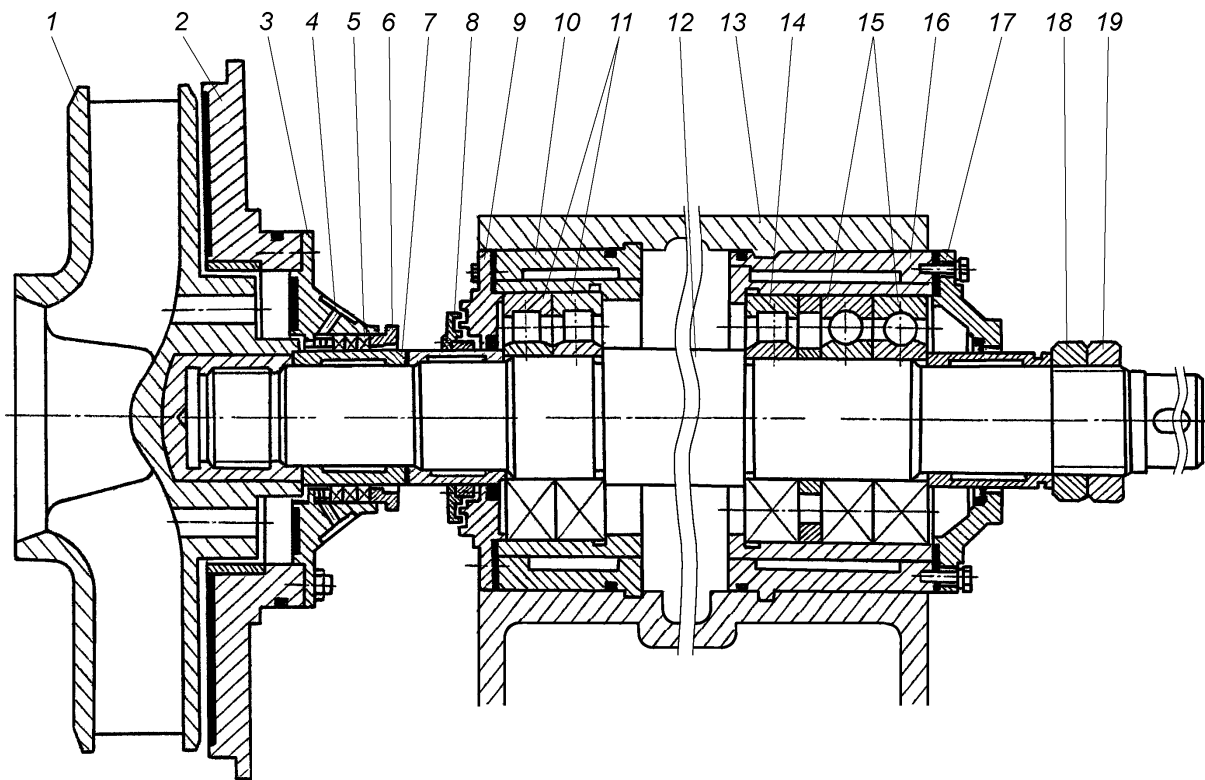


Рисунок 14 – Ротор вуглесоса *У900-180*: 1 – робоче колесо; 2 – бронедиск; 3 – корпус сальника; 4 – отвір підведення чистої води; 5 – сальникове набивання; 6 – кришка сальника; 7 – втулка сальника; 8 – лабіринтне кільце; 9 – кришка переднього підшипника; 10 – стакан переднього підшипника; 11 – радіальний роликпідшипник; 12 – вал; 13 – станина; 14 – радіальний роликпідшипник; 15 – радіально-упорний шарикпідшипник; 16 – стакан заднього підшипника; 17 – кришка заднього підшипника; 18 – гайка; 19 – контргайка

що закріплене на валу перед підшипником. Пульпа, що попадає на кільце, відкидається відцентровою силою.

Типове рішення групи вала насоса для гідросуміші показано на рис. 14. Вал 12 встановлений на двох підшипникових опорах. Передня складена з двох радіальних роликпідшипників 11, задня — з радіального роликпідшипника 14 та двох радіально-упорних шарикпідшипників 15, що сприймають осьове навантаження. Підшипники розміщені у стаканах 10 та 16, які закриті кришками 9 і 17 й встановлені у стійці 13. Порожнина стійки є картером і заповнена олією для змащення підшипників. Для захисту переднього підшипника від влучання пульпи встановлено кільце 8, що разом з кришкою 9 утворює лабіринтне ущільнення.

1.5 Врівноваження осьового зусилля

У лопатевих машинах на робочому колесі формується *осьове зусилля*, що діє по осі ротора убік входу рідини в машину. У відцентрових насосах осьове зусилля настільки велике (до кількох тонн), що його врівноваження представляє складну задачу.

Фізична природа осьового зусилля може бути встановлена зі схеми розподілу тисків у проточній частині насосу й епюри тисків, що діють на диски робочого колеса, рис. 15 а. У всмоктувальній порожнині насосу — тиск p_B , що при позитивній висоті всмоктування є меншим за атмосферний. У порожнині нагнітання — значно більший тиск p_H . Порожнини всмоктування та нагнітання розділені переднім ущільненням колеса. Завдяки обертанню робочого колеса тиск у міжлопатевому каналі зростає від p_B до p_H . У зазорах між корпусом і переднім та заднім дисками робочого колеса тиск дещо зменшується за рахунок закручування рідини до значень відповідно p'_H та p''_H .

Якщо розглянути епюри тиску, що діє на передній, рис. 15 б, та задній, рис. 15 в, диски робочого колеса, видно, що в області від r_y (радіус ущільнювального кільця) до r_k (радіус колеса) тиски рівні (врівноважуються), а в межах від центра колеса до радіусу r_y тиск ліворуч, що дорівнює тиску у вході в робоче колесо, менше тиску праворуч, рис. 15 г. Найбільшою є різниця у межах від r_m (радіус маточини або сальникового ущільнення) до r_y , де на задній диск з одного боку діє тиск всмоктування, а з іншого — тиск нагнітання. Унаслідок цієї різниці тисків виникає осьове зусилля P_o яке прагне змістити колесо з вала убік всмоктування.

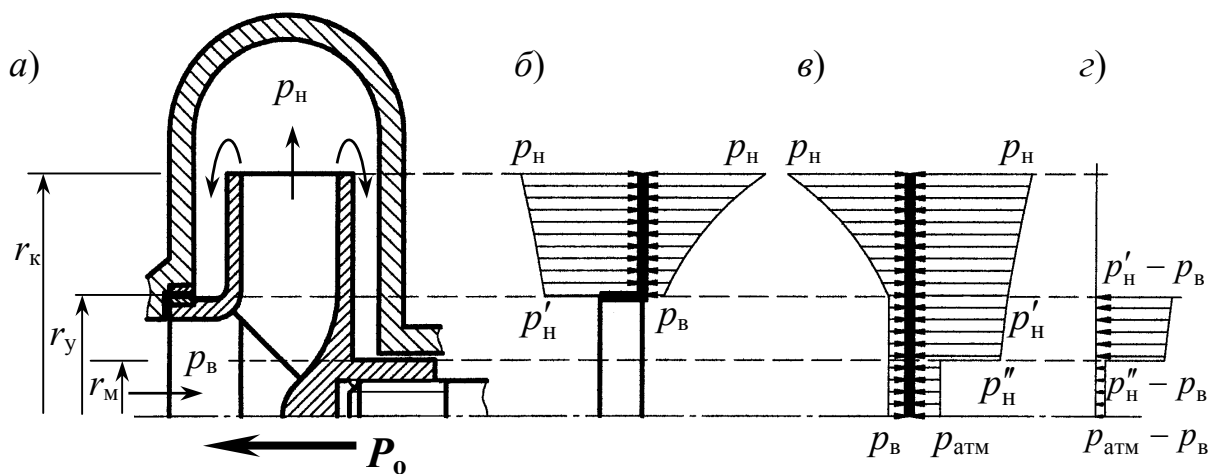


Рисунок 15 – Схема формування осьового зусилля: тиск у проточній частині насосу (а), епюри тиску на передньому (б) та задньому (в) дисках робочого колеса, та сумарна епюра тиску (г)

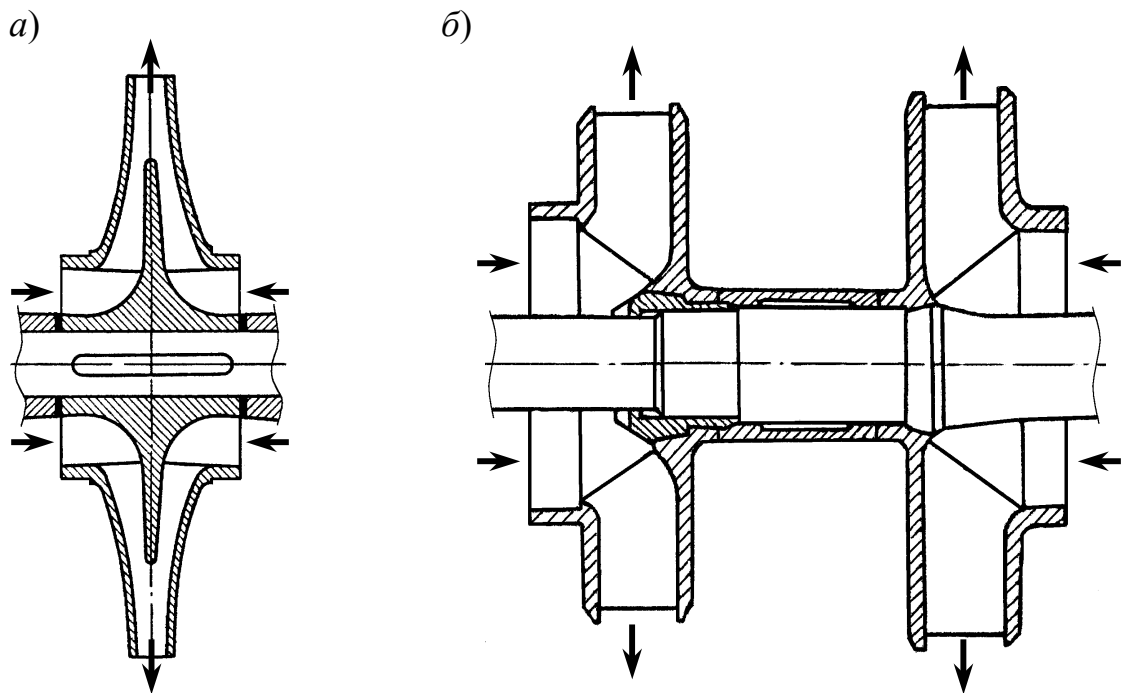


Рисунок 16 – Врівноваження осьового зусилля за допомогою використання робочого колеса двостороннього всмоктування (а) та шляхом симетричного розташування робочих коліс (б)

Осьове зусилля може бути врівноважено різними способами: застосуванням робочих коліс двостороннього всмоктування, симетричним розташуванням робочих коліс, розвантажувальними отворами, імпелером, гідравлічною п'ятою або упорними підшипниками.

Робоче колесо двостороннього всмоктування має два покриті диски і два всмоктувальні отвори, що розташовані симетрично відносно корінного диску, рис. 16 а. Рідина підводиться до колеса з обох сторін, а на виході потоки об'єднуються. Завдяки цьому досягається майже повне осьове врівноваження. Насоси з робочими колесами такого типу є досить розповсюдженими при перекачуванні чистих рідин, але для транспортування гідросумішей не використовуються, оскільки наявність двох підводів та складна конфігурація корпусу значно ускладнює захист проточної частини від зносу.

У багатоступінчастих насосах з парною кількістю робочих коліс використовують їх симетричне розташування: половина коліс має всмоктувальний отвір з одного боку, половина — з іншого, рис. 16 б. При цьому осьові сили на колесах мають приблизно одну величину та спрямовані у протилежні сторони, і тому врівноважуються. Більшість насосів для гідросумішей є

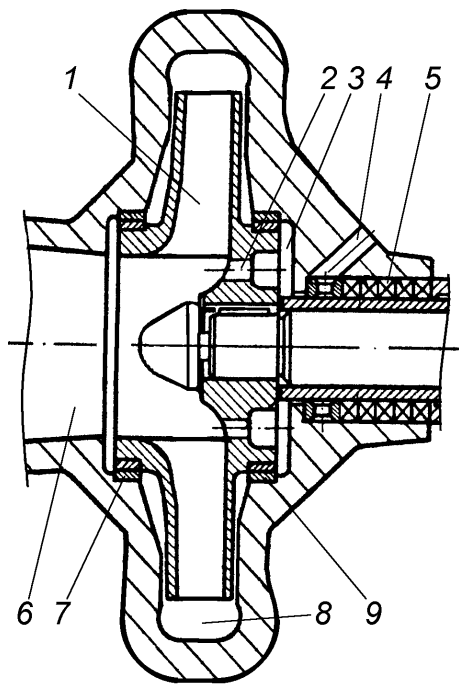


Рисунок 17 – Врівноваження осевого зусилля за допомогою розвантажувальних отворів у задньому диску робочого колеса: 1 – робоче колесо; 2 – розвантажувальні отвори; 3 – порожнина зниженого тиску; 4 – отвір для подачі чистої води; 5 – сальник; 6 – порожнина всмоктування; 7 – ущільнення переднього диска робочого колеса; 8 – порожнина нагнітання; 9 – ущільнення заднього диска робочого колеса

одноступінчастими, і спосіб не набув великого поширення. За таким принципом побудований вітчизняний двоступінчастий високонапірний вуглесос 14УВ6 (див. нижче), а також деякі зарубіжні насоси, наприклад двоступінчастий пульповий насос HSP 430 фірми “Humboldt”, Германия.

Досить просте врівноваження досягається виконанням кількох отворів 2, зазвичай від чотирьох до восьми, у задньому диску робочого колеса 1, рис. 17. Щоб запобігти витіканню рідини з порожнини нагнітання 8, встановлюється ущільнювальне кільце 9, що має діаметр, однаковий з ущільнювальним кільцем 7 на передньому диску. У відокремленій таким чином задній порожнині 3 завдяки отворам створюється тиск, що приблизно дорівнює тиску в порожнині всмоктування. Цим досягається майже повне осеве врівноваження. Крім того, значно знижується тиск на сальнику 5, що покращує умови його роботи та дозволяє промивати його через отвір 4 водою з меншим напором. Недоліками цього способу є збільшені внутрішні витоки рідини і деяке зниження к. к. д.

Ефективним способом зниження осевого зусилля є *імпелер* (невеликі радіальні лопатки) на зовнішній стороні заднього диска робочого колеса, рис. 4. Лопатки закручують рідину у зазорі за робочим колесом і тиск p_n'' у цій порожнині (див. рис. 15) значно зменшується завдяки відцентровій силі, що виникає. Це призводить до зменшення осевої сили.

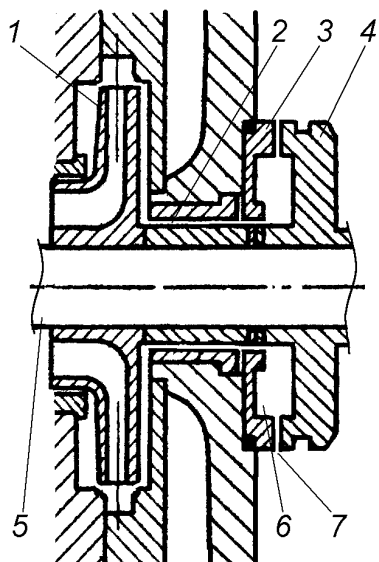


Рисунок 18 – Врівноваження осьового зусилля за допомогою гідравлічної п'яти: 1 – робоче колесо; 2 – канал підводу води до п'яти; 3 – нерухоме кільце; 4 – п'ята; 5 – вал; 6 – порожнина п'яти; 7 – щілина, що дроселює

Повне врівноваження осьового зусилля досягається за допомогою *гідравлічної п'яти*, рис.18. Диск гідравлічної п'яти 4 насаджений на вал 5 і обертається разом з ним. Частина рідини під високим тиском з відводу робочого колеса 1 через канал 2 підводиться у порожнину 6 між нерухомим кільцем 3 та п'ятою 4. Тиск рідини на п'яту примушує ротор насосу зсуватися вправо (за схемою) і, таким чином, компенсує осьову силу.

Регулювання зусилля, що врівноважує, відбувається автоматично за рахунок дроселювання потоку рідини, що витікає з порожнини 6 через щілину 7. Збільшення осьового зусилля на роторі призводить до зсуву його вліво та зменшує прохідний перетин щілини 7. Її гідравлічний опір збільшується і тиск у порожнині 6 зростає, збільшуючи й зусилля, що врівноважує. При зменшенні осьової сили ротор зміщується вправо, дроселювання потоку, що витікає, зменшується і тиск під п'ятою та зусилля на ній знижуються. Таким чином, зусилля, що врівноважує, завжди дорівнює осьовому зусиллю.

Недоліками останнього способу є постійна втрата частини рідини (3...5 % від подачі насосу), яка витікає з гідроп'яти, а також швидкий знос кільця та гідроп'яти по зазору 7 при пуску та зупинці насосу, коли гідроп'ята не функціонує через малий тиск рідини, що до неї підводиться. Спосіб знайшов застосування у багатосекційних насосах високого тиску для чистих рідин, а в насосах для гідросумішей не використовується.

1.6 Компонування насосних установок

Насосна установка для перекачування гідросуміші складається з насоса та електродвигуна, змонтованих на рамі. Існують три способи компонування насосних установок.

Більшість насосних установок вітчизняного виробництва мають подовжнє компонування: електродвигун розміщений на одній вісі з насосом, рис. 19 а. Таке компонування забезпечує найпростіше та найнадійніше з'єднання вала ґрунтового насоса з валом двигуна — пружною пальцевою муфтою. Але є недоліки. Значні габарити установки ускладнюють встановлення її на землесосному снаряді, під землею або в інших стиснутих умовах. Крім того, пряма передача обертального моменту означає, що частота обертання робочого колеса дорівнює частоті обертання

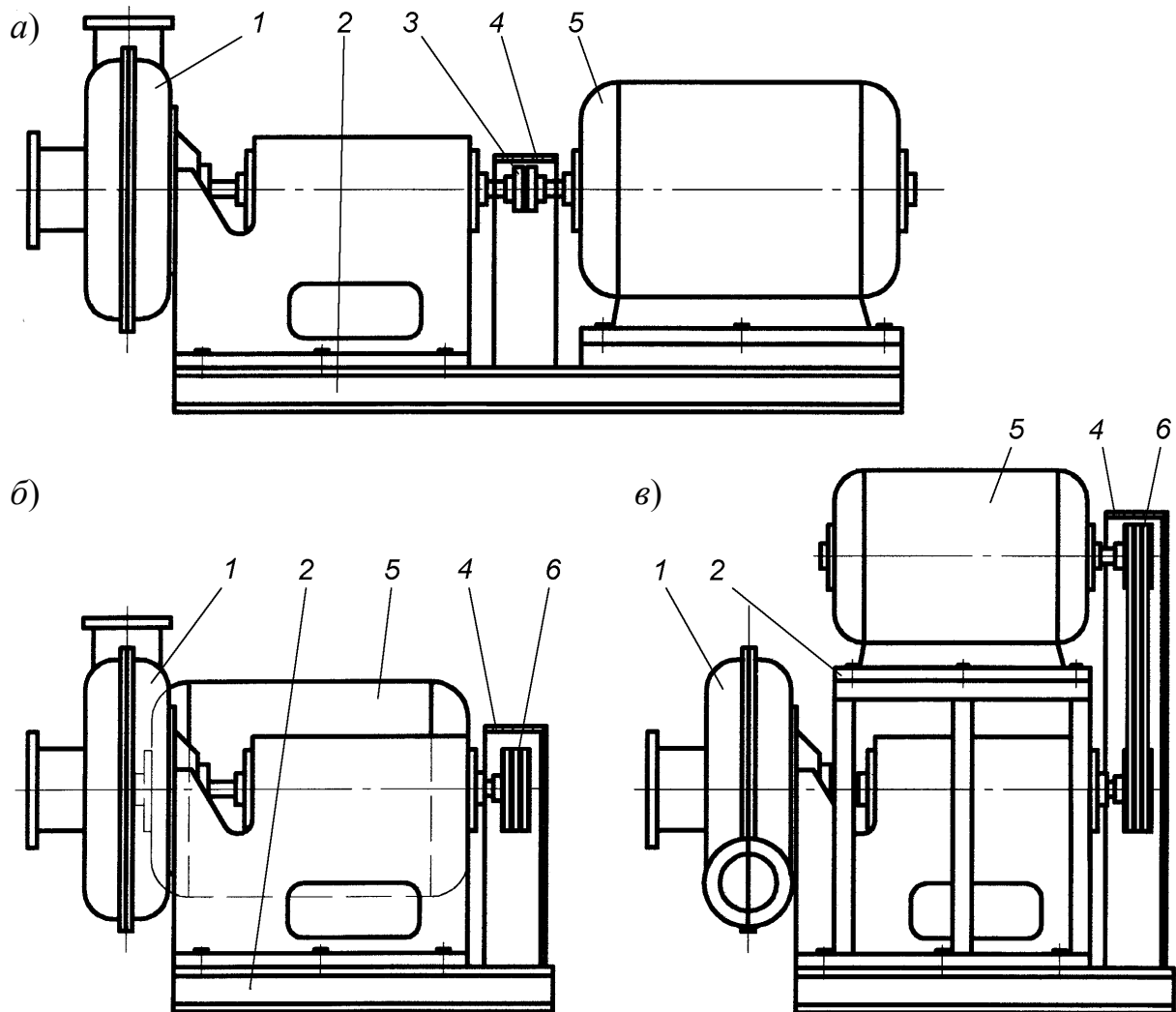


Рисунок 19 – Компонування насосної установки з розташуванням електродвигуна позаду (а), поряд (б) та понад (в) насосом: 1 – насос; 2 – станина; 3 – пружна пальцева муфта; 4 – захисний кожух; 5 – електродвигун; 6 – клиноремінна передача

вала електродвигуна і не може бути зміненою.

Тому все більше поширення здобуває розміщення електродвигуна поряд або понад насосом, рис. 19 б та в. Вали електродвигуна та насоса з'єднуються за допомогою клиноремінної передачі. При цьому зменшується довжина установки та з'являється можливість регулювати частоту обертання робочого колеса насоса шляхом підбору діаметрів шківів. Але слід врахувати значно меншу надійність клиноремінної передачі, особливо у важких умовах, у яких працюють ґрунтові насоси: підвищена вологість, можливість влучання у передачу пульпи та твердих часток можуть призвести до виходу передачі зі строю.

Компонування насосної установки з розміщенням електродвигуна поряд з насосом, рис. 19 б, мають насоси серії *ГрА*, що випускаються Бобруйським машинобудівним заводом. Європейські виробники, наприклад фірма *Альстрем*, Фінляндія, для насосних установок малої та середньої потужності практикують розміщення електродвигуна над насосом на спеціальній рамі, рис. 19 в, яке значно зменшує габарити установки в плані.

1.7 Особливості експлуатації відцентрових насосів для гідросумішей

Правила експлуатації насосів, що перекачують пульпу, зумовлені важкими умовами роботи цих насосів та властивостями рідини, що перекачується. Ефективна робота насосів можлива лише за умови ретельного виконання цих правил.

Перед **пуском** насосу потрібно насамперед відкрити *воду на ущільнення і залити* насос. Потім при *закритій засувці* на нагнітальному трубопроводі пустити насос, відкрити засувку і пропускати по пульпопроводу *чисту воду* протягом 5...15 хв. Після цього починають подавати пульпу.

При роботі насоса потрібно *стежити* за тиском і кількістю чистої води, що надходить на ущільнення, а також за подачею насоса, концентрацією пульпи, що всмоктується, та вакуумом у всмоктувальному патрубці.

При перерві, навіть короткочасній, подачі чистої води на ущільнення, або зниженні тиску нижче норми, насос треба зупинити і набивання сальників замінити новим, щоб запобігти пошкодженню шейки вала.

При значному зниженні подачі пульпи швидкість потоку в пульпопроводі буде мала, що може привести до забивання пульпопроводу. Занадто велика концентрація пульпи (наприклад, при забучуванні забірною резервуару) призводить до підвищених вібрацій та аварійного виходу підшипників та електродвигуна. Надмірний вакуум у всмоктувальному патрубці спричиняє кавітацію.

Не допускається робота насоса, якщо *знос* робочого колеса і броні стає більше визначеної величини. При великому зносі робочого колеса напір пульпи за насосом значно знижується. При великому зносі броні виникає небезпека пошкодження корпусу насоса.

Перед *зупинкою* насосу потрібно *промити* проточну частину насосу та пульпопровід, задля чого треба прокачати *чисту воду* на протязі 10...20 хв. Потім закривається *засувка*, насос *зупиняється*. Після цього можна зупинити подачу *промивної води*.

Основну частину експлуатаційних витрат насосів для гідросумішей складають витрати на заміну деталей, що швидко зношуються. Ці витрати складаються з вартості запасних деталей і частоти заміни їх, а також із простоїв устаткування, пов'язаних із заміною. Об'єм ґрунту, що перекачується до повного зносу змінних деталей ґрунтового насоса, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Об'єм ґрунту, тис. м³, що перекачується до повного зносу деталей ґрунтового насоса

Абразивність ґрунту	Внутрішній корпус	Колесо робоче	Ущільнювальне кільце	Бронедиски	
				передній	задній
0,25	300	120	120	180	300
0,50	150	60	60	90	150
0,75	100	40	40	60	100
1,00	75	30	30	45	75
1,25	60	25	25	36	75
1,50	50	20	20	30	50
2,00	38	15	15	23	38
3,00	26	11	11	15	26
5,00	15	6	6	9	15

2 Грунтові насоси

Грунтові насоси призначені для гідротранспорту ґрунтів, при гідротехнічному будівництві та днопоглибленні, корисних копалин та порід при гірничих роботах. Також ці насоси можуть використовуватися для гідротранспорту твердих матеріалів у інших галузях виробництва.

Зараз промисловістю випускається багато типів ґрунтових насосів. Найбільше поширення в практиці гідромеханізованих робіт знайшли насоси типу *Гр*, рідше — *Р*, *ЗГМ* і *ПБ*. У практиці днопоглиблювальних робіт на річкових земснарядах установлюють спеціальні ґрунтові насоси типу *МП*, що відрізняються великою продуктивністю і малим напором. Серед заглибних ґрунтових насосів розрізняють насоси типу *ПГМ* і *МБ*.

2.1 Грунтові насоси типу *ЗГМ*

Прообразом сучасних ґрунтових насосів є насос *ЗГМ-1*, сконструйований у 1935 р. відомим конструктором насосів В. А. Морозом. Удосконаленою конструкцією ґрунтового насоса є *ЗГМ-1-350А*, а його модифікацією: *ЗГМ-2* і *ЗГМ-2М* (табл. 2).

ЗГМ-2М одержав найбільше поширення на вугільних і піщаних кар'єрах, рис. 20 а.

Основними деталями ґрунтового насоса *ЗГМ-2М* є: корпус *13*, передня *12* і задня *14* кришки, передній *3* і задній *5* захисні бронебуси, робоче колесо *4*, трилопатеве, виконане зі сталі 55Л. Зазор між ущільнювальним кільцем *2* і робочим колесом *4* регулюється за допомогою шпильок *1*. Для зменшення зносу робочого колеса, ущільнювального кільця та бронебуси в порожнину за передньою кришкою через шість рівномірно розташованих по окружності штуцерів *11* подається віджимна вода.

Робоче колесо кріпиться на валу за допомогою навареної на вал гайки *7*. Маточина робочого колеса розточена під конус 1:10 з посадкою на призматичній шпонці. Сальникове ущільнення *6* складається з порожнини, у якій розміщуються водорозподільне кільце, бавовняне, просочене жиром змащенням набивання і притискне кільце (ґрундбукса) сальника. На сальник під тиском подається технічна вода. Задня кришка кріпиться на болтах до станини *15*. Радіальні сферичні роликотітшипники *8* і *10*, у яких обертається вал ґрунтового насоса, змонтовані в двох корпусах і затиснуті на валу гайками. Осьові навантаження спри-

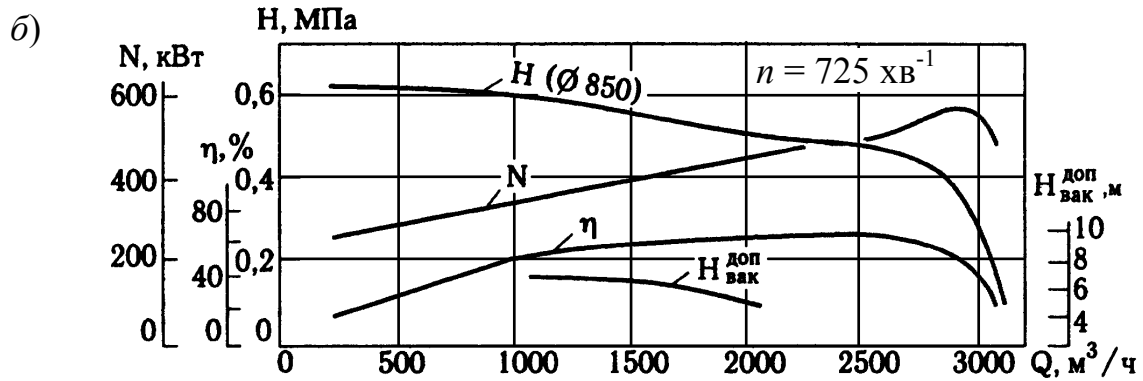
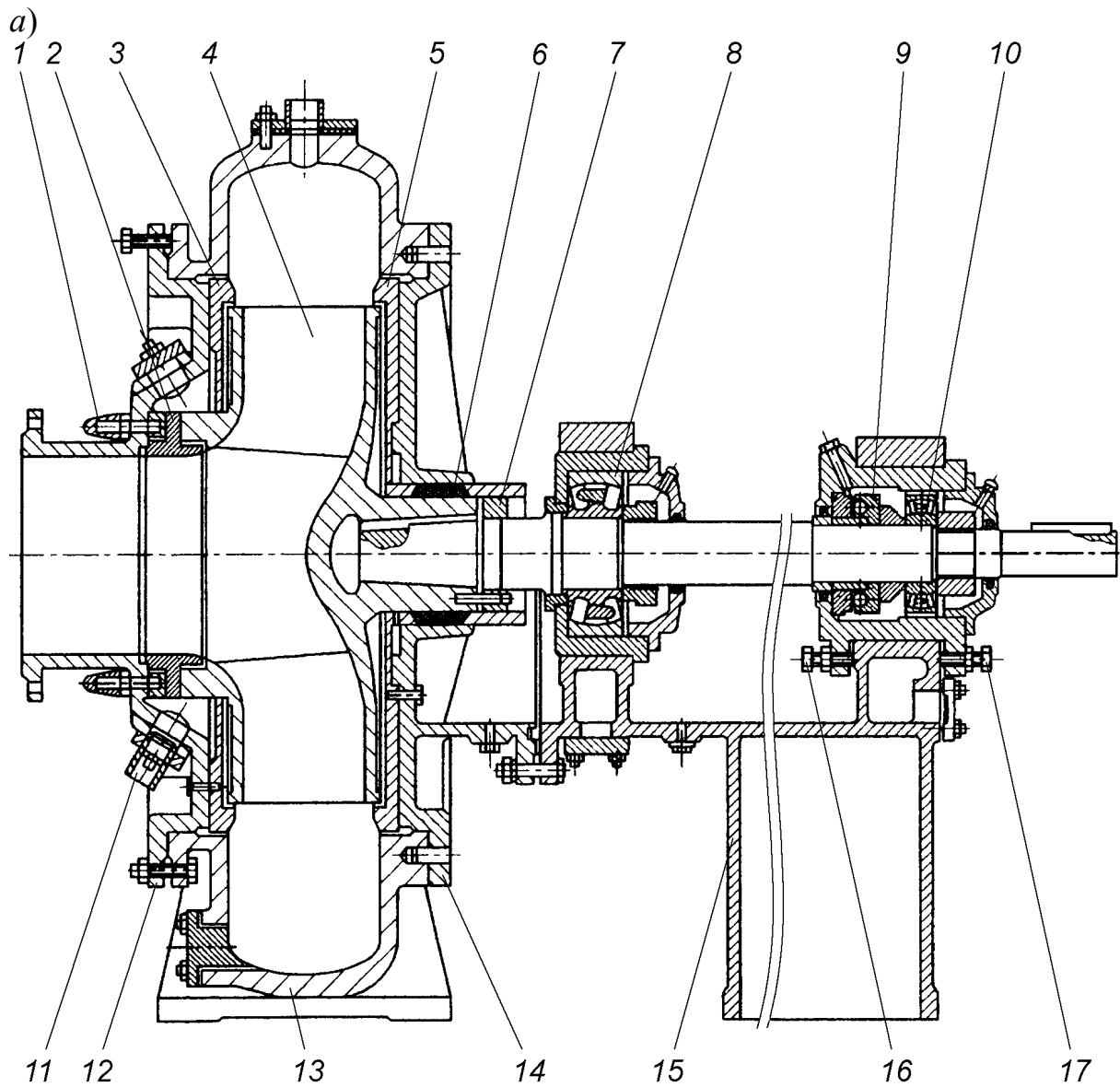


Рисунок 20 – Ґрунтовий насос 3ГМ-2М, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – регулювальні шпильки; 2 – ущільнювальне кільце; 3 – передній бронедиск; 4 – робоче колесо; 5 – задній бронедиск; 6 – сальник; 7 – гайка; 8 – передній підшипник; 9 – упорний підшипник; 10 – задній підшипник; 11 – штуцер подачі віджимної води; 12 – передня кришка; 13 – корпус; 14 – задня кришка; 15 – станина; 16 і 17 – регулювальні болти

Таблиця 2 – Технічні характеристики ґрунтових насосів ЗГМ

Найменування показників	Марка ґрунтового насоса						
	ЗГМ-1М		ЗГМ-2	ЗГМ-2М	ЗГМ-1-350А		
Діаметр робочого колеса, мм	630	700	850	850	856	856	910
Частота обертання, хв ⁻¹	725		580	725	580	725	580
Тиск насоса, МПа	0,285	0,37	0,43	0,53	0,38	0,61	0,43
Витрата по воді, м ³ /год	1250	1500	1400	1900	1800	1900	1900
Припустима висота усмоктування, м	6		5	5,7	5,5	4,5	5,5
Максимальний к.к.д., %	63	66	74	65	69	69	70
Число лопат	3		3	3	3		
Найменший прохідний перетин, мм	200		180	190	210		
Коефіцієнт швидкохідності	130	110	100	100	100	90	90
Маса насоса, т	3,82		3,4	3,4	4,01		
Діаметр патрубків, мм:							
усмоктувального	300		300	350	350		
напірного	300		300	300	350		
Потужність двигуна, кВт	250	320	310	630	500	630	500

ймаються шариковим упорним підшипником 9. Корпуса підшипників встановлені в постелях станини 15. Корпус заднього підшипника має припливи, у які укрупнені чотири болти 16 та 17 з контргайками, за допомогою яких коробка разом із ротором насоса може рухатися вперед чи назад. Завдяки цьому здійснюється регулювання зазору між бронедисками і робочим колесом.

Змащення підшипників консистентне, здійснюється через прес-масельничку. Для охолодження підшипників у порожнини в станині 15 під підшипниковими опорами подається вода.

Загальна витрата води на віджим і охолодження близько 150 м³/год. Ґрунтовий насос з'єднується з електродвигуном за допомогою зубцевої муфти.

Найбільш стійка й ефективна експлуатація насоса відбувається при подачі 1900...2000 м³/год і тиску 0,59...0,45 МПа, рис. 20 б. Експлуатація при малих опорах системи і високих подачах (до 2500...2700 м³/год) може вестися тільки при від'ємній висоті всмоктування, тому що цей тип ґрунтового насоса схильний до кавітації.

2.2 Грунтові насоси типу *Гр*

У 1965 р. був уведений ДСТ, у якому уніфікувалися ґрунтові насоси для гідротранспортування абразивних ґрунтів з подачею від 7 до 10 000 м³/год і тиском 0,08...0,8 МПа.

По конструктивних ознаках ґрунтові насоси типу *Гр* розділяються: зі збільшеним розміром прохідного перетину на 25 % у порівнянні з номіналом (*У*); зі зменшеним прохідним перетином (*О*); з деталями зі зносостійкого металу і гуми (*Р*); корундовані проти абразивного зносу (*К*); одно- (*Л*) і двокорпусні (*Т*). Наприклад, марка *ГрУТ* означає: ґрунтовий насос двокорпусний, зі збільшеним прохідним перетином. У двокорпусних насосах внутрішній корпус (броневкладиш) виготовляють змінним зі зносостійкого металу.

Відповідно до ДСТ 1965 р. умовні позначки насосів були наступними: *8ГрЛ-8*, *16ГрУЛ-8*, *12ГрК-12*, *20ГрТ-8* і т.д. Цифри перед маркою позначали діаметр усмоктувального патрубку в дюймах, після марки — коефіцієнт швидкохідності, зменшений у 10 разів.

Надалі маркірування ґрунтових насосів *Гр* було змінено. Після літерних позначень, які залишилися незмінними, вказуються номінальні подача насоса (м³/год) та напір (м) *при роботі на воді*. Так, наприклад, ґрунтовий насос *ГрУ 1600/25* — насос з подачею 1600 м³/год і напором 25 м. Індекс «*Л*» у новому позначенні не вказується. При відсутності індексу «*Т*» мається на увазі, що ґрунтовий насос має однокорпусне виконання.

Насоси серії *Гр* мають чотирилопатеві робочі колеса, а *ГрУ* — трилопатеві.

Насоси типу *Гр* призначені для перекачування гравійних, піщано-гравійних, шлакових, золошлакових та інших абразивних гідросумішей з показником рН = 6...8, щільністю до 1300 кг/м³, температурою до 70°C.

Характеристики марок ґрунтових насосів типу *Гр* приведені в таблиці 3, а їхні робочі поля на графіку, рис. 21.

ГрУ 2000/63. Корпус 5 і робоче трилопатеве колесо 6 виготовляються литими зі сталі 55Л-1, напірна 3 і усмоктувальна 8 кришки — сталеві, рис. 22 а. Для запобігання їх від зносу маються бронедиски — передній 4 і задній 7, виготовлені зі спеціального зносостійкого сплаву *ИЧХ28НГ*. Усмоктувальний патрубок 1 насоса виконаний знімним та має оглядовий люк 2.

Таблиця 3 – Технічні характеристики ґрунтових насосів типу *Гр*

Марка насоса	Найменування показників						
	Витрати по воді, м ³ /год.	Номінальний тиск, МПа	Потужність приво-ду насоса, кВт	Частота обертання колеса, об/хв.	Діаметр робочого колеса, мм	Припустиме розрідження, кПа	Маса насоса, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
ГрТ — двокорпусні							
<i>ГрТ 50/16</i>	50	0,16	11	1450	225	85	176
<i>ГрТ 100/40</i>	100	0,40	40	1450	365	68	378
<i>ГрТ 160/31,5</i>	160	0,315	40	1450	325	78	434
<i>ГрТ 160/71</i>	160	0,71	75	1450	434	54	815
<i>ГрТ 400/40</i>	400	0,40	132	980	515	75	1050
<i>ГрТ 800/71</i>	800	0,71	400	980	730	25	4545
<i>ГрТ 1250/71</i>	1250	0,71	630	980	720	45	5020
<i>ГрТ 1600/50</i>	1600	0,50	500	725	840	70	3570
<i>ГрТ 4000/71</i>	4000	0,71	1600	485	1390	55	14615
<i>ГрТ 8000/71</i>	9000	0,71	3150	365	1790	50	30000
ГрУ — зі збільшеним прохідним перетином							
<i>ГрУ 400/20</i>	400	0,20	55	980	405	45	674
<i>ГрУ 800/40</i>	800	0,40	200	725	700	60	1955
<i>ГрУ 1600/25</i>	1600	0,25	250	725	650	70	2040
<i>ГрУ 2000/63</i>	2000	0,63	630	580	1050	70	6885
ГрУТ — двокорпусний зі збільшеним прохідним перетином							
<i>ГрУТ 2000/63</i>	1850	0,47	330	580	920	72	8850
—	2000	0,55	500	580	980	—	—
—	2200	0,63	620	580	1030	—	—
<i>ГрУТ 4000/71</i>	3650	0,49	750	485	1200	65	15430
—	3950	0,54	900	485	1260	—	—
—	4500	0,66	1270	485	1360	—	—
ГрК — корундований							
<i>ГрК 50/16</i>	50	0,16	11	1450	225	85	181
<i>ГрК 160/16</i>	160	0,16	22	1450	254	68	296
<i>ГрК 160/31,5</i>	160	0,31	40	1450	325	78	404
<i>ГрК 400/40</i>	400	0,40	132	980	515	75	965
<i>ГрК 1600/50</i>	1600	0,50	500	835	840	60	3250

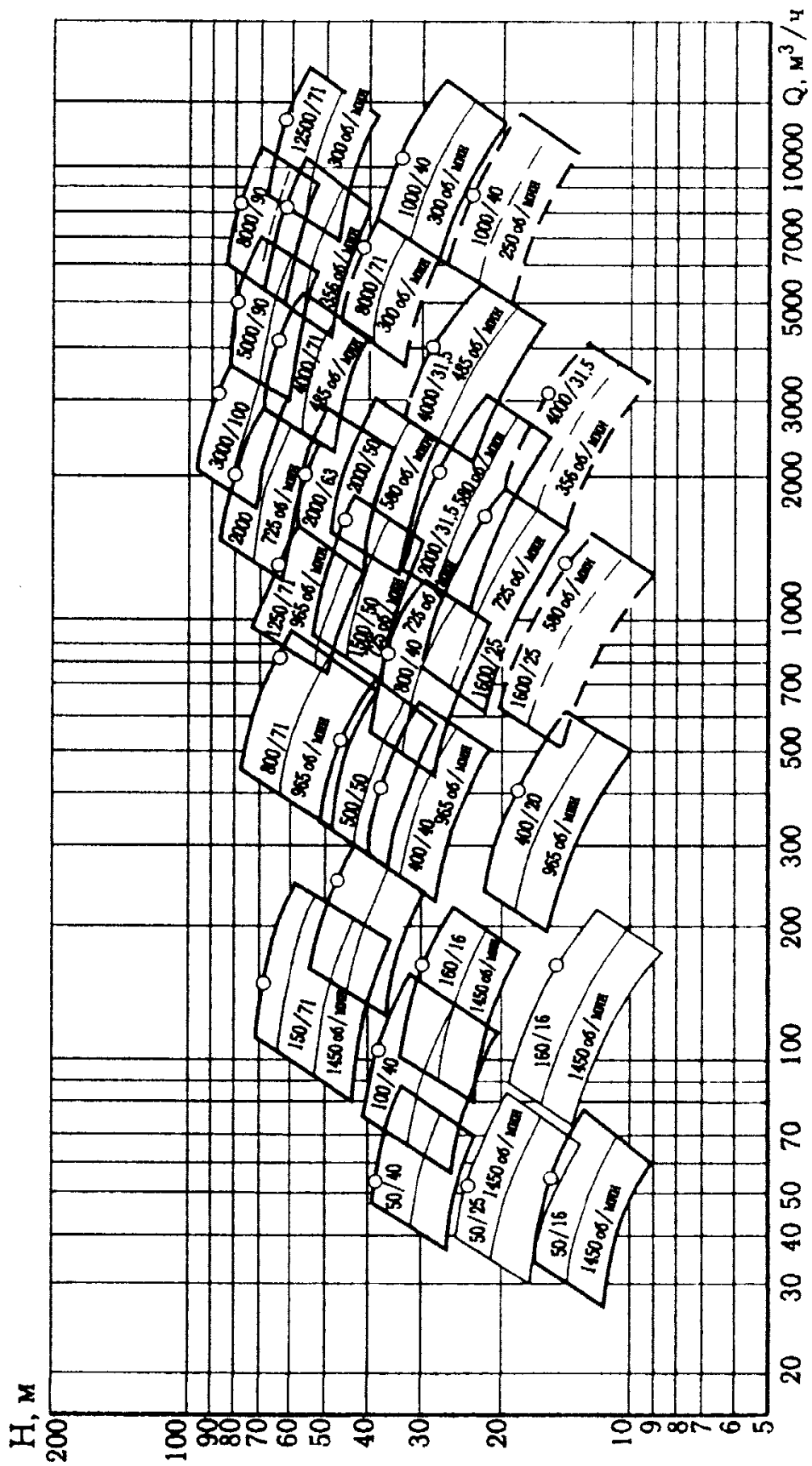
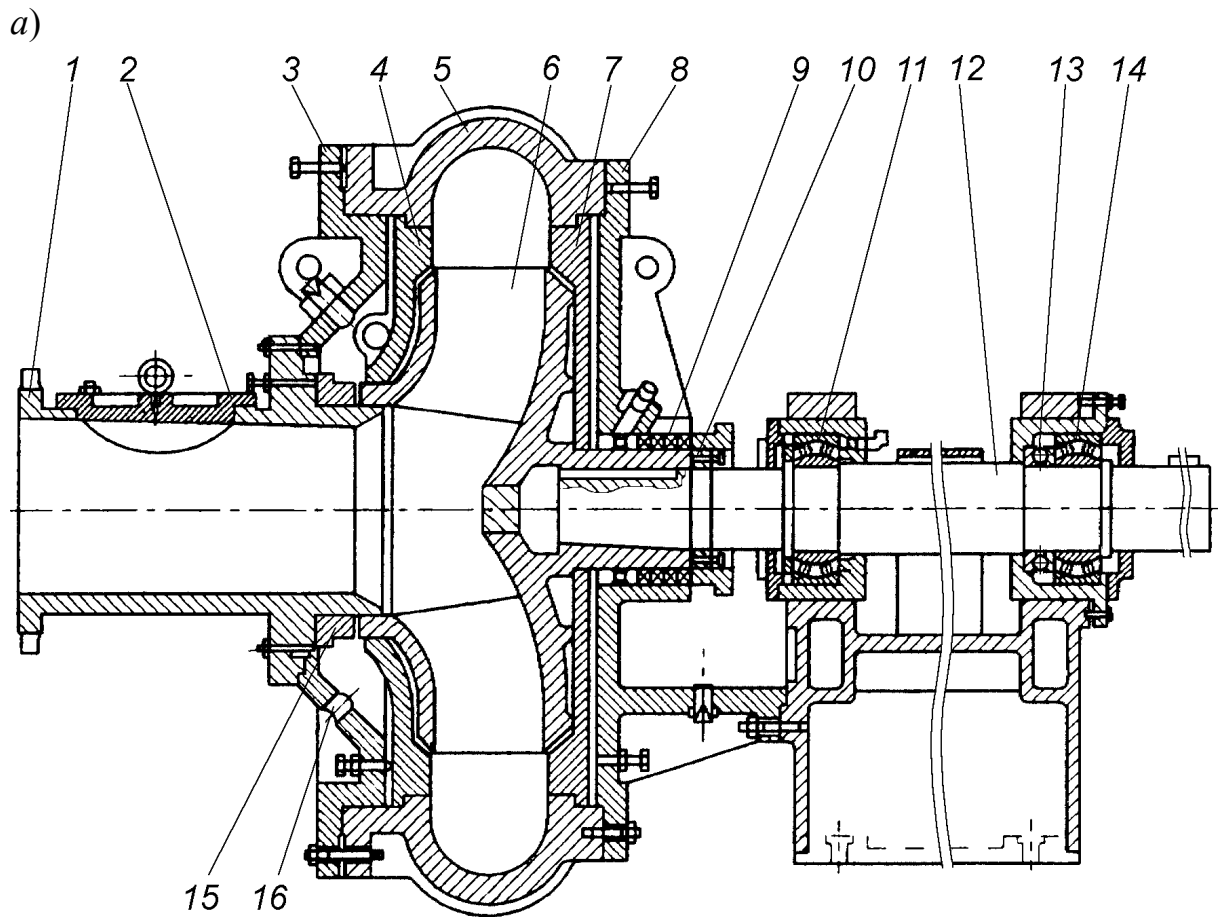


Рисунок 21 – Робочі поля ґрунтових насосів типу Гр



б)

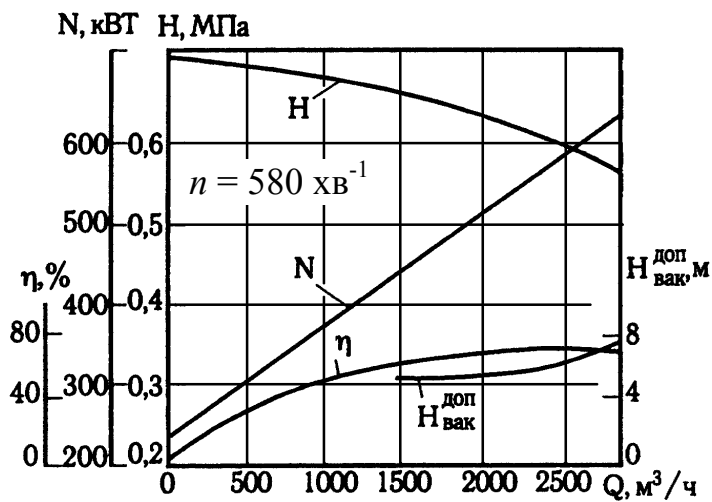


Рисунок 22 – Ґрунтовий насос *GrU 2000/63*, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – усмоктувальний патрубок; 2 – оглядовий люк; 3 – передня кришка; 4 – передній бронедиск; 5 – корпус; 6 – робоче колесо; 7 – задній бронедиск; 8 – задня кришка; 9 – сальник; 10 – упорне кільце; 11 – передній сферичний підшипник; 12 – вал; 13 – упорний підшипник; 14 – задній сферичний підшипник; 15 – ущільнювальне кільце; 16 – штуцер подачі віджимної води

Зазор між ущільнювальним кільцем 15 і робочим колесом 6 регулюється за допомогою шпильок. Для зменшення зносу робочих органів у порожнину між робочим колесом і бронедиском через отвори 16 у передній кришці подається вода під тиском.

Сальник 9 насоса складається з притискного кільця, сальникового набивання і водорозподільного кільця. Для ущільнення в корпус сальника подається чиста вода під тиском. Робоче колесо кріпиться на валу 12 упорним кільцем 10. Вал насоса спирається на два радіально-сферичних роликотідшипники 11 і 14, та один упорний шарикотідшипник 13. Змащення підшипників робиться солідолом через прес-масельнички. Для охолодження підшипників у процесі роботи в порожнину консольної опори подається вода. Витрата води на віджим і охолодження складає близько 200 м³/год при тиску близько 0,7 МПа.

На рис. 22 б представлена робоча характеристика насоса по воді при частоті обертання робочого колеса 580 хв⁻¹ і його діаметрі 1050 мм. Продуктивність насоса складає 1600...2050 м³/год, а тиск 0,56...0,63 МПа.

ГрТ 4000/71. Насос виробляється у «важкому» двокорпусному виконанні з закритим чотирилопатеvim колесом. Зовнішній корпус 7 складається з двох половин — нижньої і верхньої, рис. 23 а. Задня кришка відсутня, тому що її роль виконує напірна частина зовнішнього корпуса.

Внутрішній корпус 5, передній захисний бронедиск 4, захисна втулка 2 усмоктувального патрубку 1 і робоче колесо 6 виготовлені зі спеціального зносостійкого сплаву. Усмоктувальний патрубок 1 приєднаний до передньої кришки 3, до якої він кріпиться шпильками. Робоче колесо 6 кріпиться на валу 10 на різьбленні. Сальникове ущільнення 8 колеса складається з водорозподільного кільця, сальникового набивання і притискного кільця. У порожнину сальника подається вода. Опорною частиною насоса є станина 13, до якої на шпильках кріпиться зовнішній корпус. Вал насоса спирається на два підшипники ковзання 9 і 11, осьові зусилля сприймаються одним здвоєним радіально-упорним шарикотідшипником 12. Змащення підшипників рідким мастилом. Для їхнього охолодження в герметичну порожнину станини подається вода. Загальна витрата води на віджим і охолодження 100 м³/год при тиску 0,8 МПа.

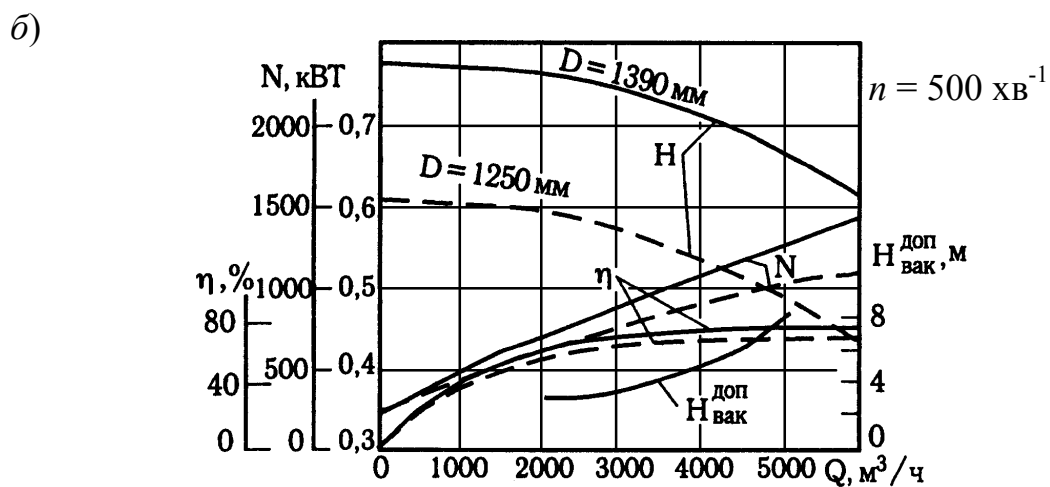
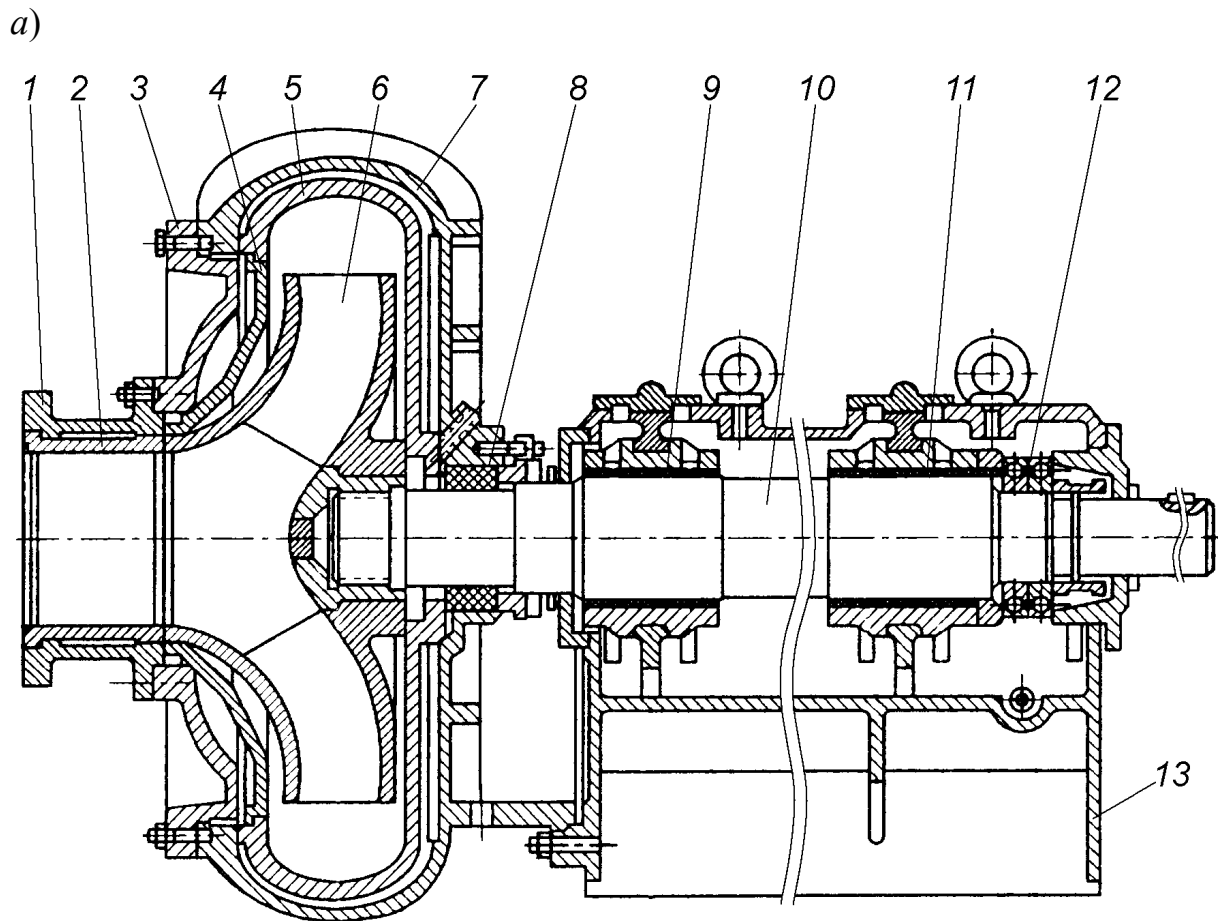


Рисунок 23 – Ґрунтовий насос *GrT 4000/71*, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – усмоктувальний патрубок; 2 – захисна втулка; 3 – передня кришка; 4 – передній бронедиск; 5 – внутрішній корпус; 6 – робоче колесо; 7 – зовнішній корпус; 8 – сальник; 9 – передній підшипник; 10 – вал; 11 – задній підшипник; 12 – здвоєний радіально-упорний шарикопідшипник; 13 – станина

На рис. 23 б представлена робоча характеристика насоса *ГрТ 4000/71* при роботі на воді при частоті обертання робочого колеса 500 хв^{-1} і діаметрах робочого колеса 1390 і 1250 мм. Подача насоса при діаметрі робочого колеса 1390 мм складає $2800 \dots 5100 \text{ м}^3/\text{год}$ при тиску $0,65 \dots 0,73 \text{ МПа}$.

ГрК 1600/50. Корпус насоса має вертикальне рознімання, передня 1 і задня 4 половини корпусу з'єднані болтами, передня і задня кришки відсутні, рис. 24 а. Також відсутні захисні диски (бронедиски) і внутрішній корпус (броневкладиш). Їх заміняє корундова футерівка 2, якою покриті обидві частини корпусу й усмоктувальний патрубок. Робоче колесо 3 виготовлене зі спеціального сплаву, воно кріпиться на валу 8 гайкою і контргайкою. Зазор між робочим колесом і передньою внутрішньою частиною корпусу регулюється переміщенням вала за допомогою регулювальних болтів. Напірний патрубок спрямований вертикально нагору.

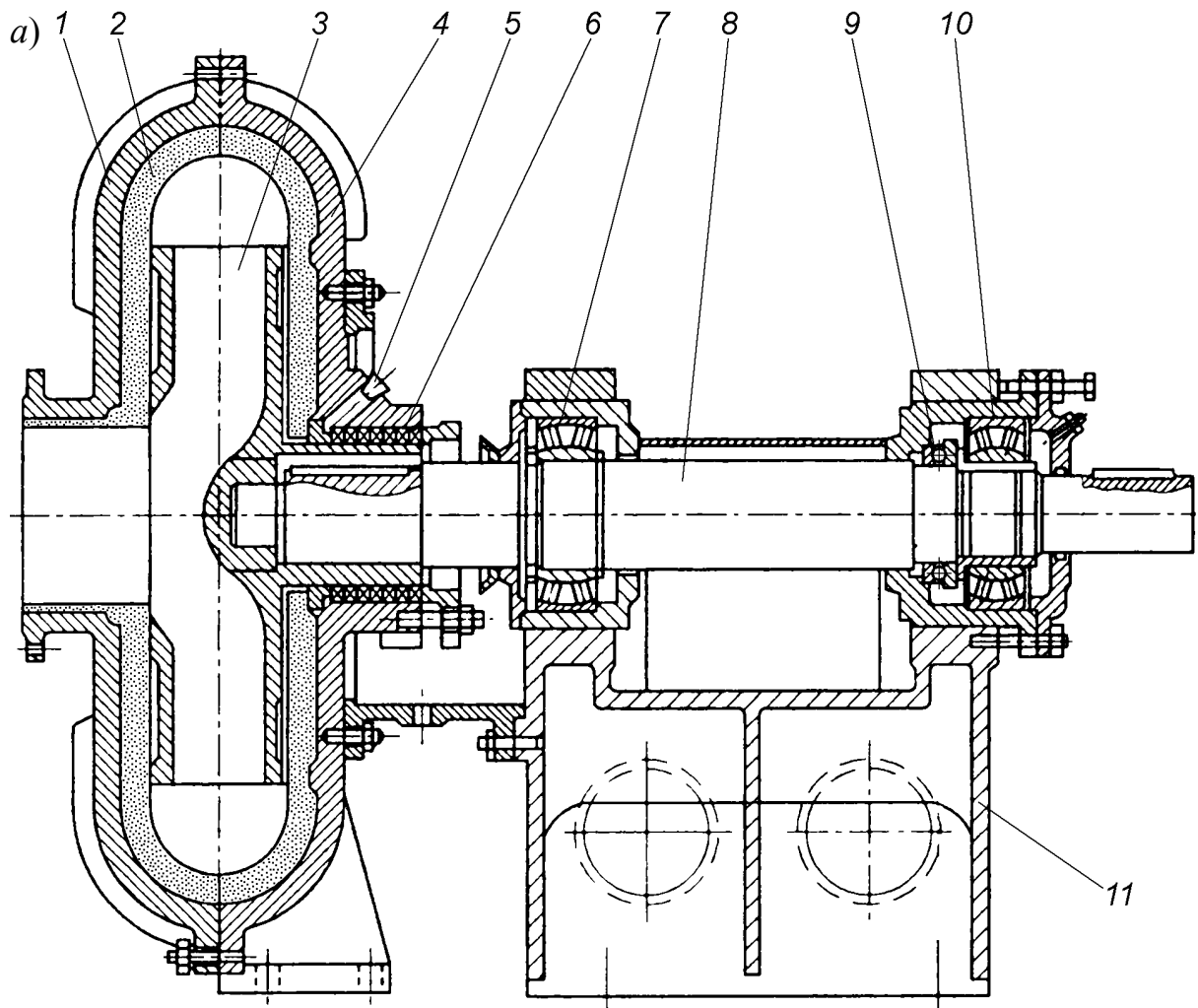
Сальникове ущільнення 6 розташоване в порожнині корпусу 4 і складається з водорозподільного кільця, сальникового набивання і притискного кільця, складеного з двох половин. Через канал 5 у корпус сальника подається чиста вода під тиском $0,7 \text{ МПа}$ з витратою $25 \text{ м}^3/\text{год}$. Опорною частиною насоса є консоль станини 11, до якої на шпильках кріпиться корпус. Вал обертається в опорах, розташованих у станині. Одна опора складається зі сферичного радіального роликпідшипника 7, інша — з роликпідшипника 10 і упорного шарикпідшипника 9. Змащення підшипників консистентне, здійснюється через прес-масельничку.

Насос *ГрК 1600/50*, як і всі корундовані насоси, може застосовуватися при гідротранспортуванні дрібних абразивних матеріалів (піску, шлаку, золи), але *при відсутності гравію і великоуламкових включень*, тому що крихке корундове покриття при ударах сколюється.

На рис. 24 б представлена робоча характеристика насоса при роботі на воді при частоті обертання 725 хв^{-1} . Подача насоса складає $800 \dots 1800 \text{ м}^3/\text{год}$, а тиск $0,49 \dots 0,57 \text{ МПа}$.

2.3 Ґрунтові насоси серії ГрА

Бобруйським машинобудівним заводом паралельно серії насосів *Гр* налагоджений випуск ґрунтових корундованих (*К*) і важких (*Т*) насосів серії *ГрА*, призначених для перекачування



б)

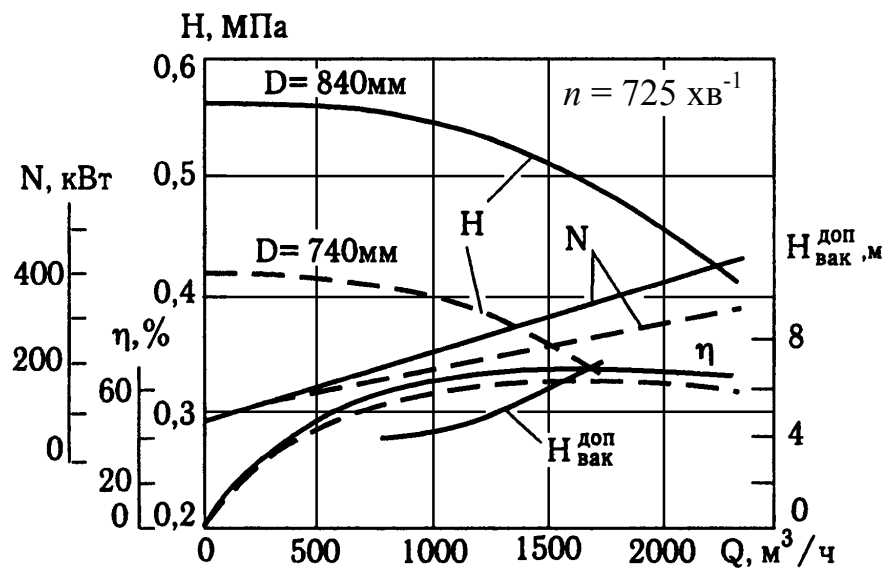


Рисунок 24 – Ґрунтовий корундований насос *GrK 1600/50*, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – передня половина корпусу; 2 – корундова футерівка; 3 – робоче колесо; 4 – задня половина корпусу; 5 – штуцер подачі віджимної води; 6 – сальник; 7 – передній підшипник; 8 – вал; 9 – упорний шарикопідшипник; 10 – задній підшипник; 11 – станина

Таблиця 4 – Технічні характеристики ґрунтових насосів серії *ГрА*

Марка насоса	Найменування показників						
	Витрати по воді, м ³ /год.	Номінальний тиск, МПа	Потужність приво-ду насоса, кВт	Частота обертання колеса, об/хв.	Діаметр робочого колеса, мм	Припустиме розрідження, кПа	Маса насоса, кг
<i>ГрА 85/40</i>	56	0,17	4,7	980	340	22	1261
—	70	0,27	9,2	1200	—	32	—
—	85	0,40	16,3	1450	—	46	—
<i>ГрА 170/40</i>	112	0,17	8,8	980	355	22	1450
—	140	0,27	17,5	1200	—	31	—
—	170	0,40	30,9	1450	—	45	—
<i>ГрА 225/67</i>	150	0,30	20,4	980	425	28	2615
—	185	0,45	37,2	1200	—	43	—
—	225	0,67	66,3	1450	—	63	—
<i>ГрА 350/40</i>	265	0,22	25,8	725	510	30	2710
—	300	0,30	38,3	835	—	32	—
—	350	0,40	59,6	980	—	43	—
<i>ГрА 450/76</i>	335	0,37	57,1	725	620	32	5085
—	390	0,50	87,1	835	—	37	—
—	450	0,67	132,5	980	—	47	—
<i>ГрА 700/40</i>	520	0,22	49,1	725	535	34	4600
—	600	0,30	74,3	835	—	42	—
—	700	0,40	113,9	980	—	55	—
<i>ГрА 900/67</i>	540	0,24	52,7	580	685	35	8960
—	670	0,37	100	725	—	46	—
—	900	0,67	234	980	—	75	—
<i>ГрА 1400/40</i>	935	0,18	64,6	485	760	33	7250
—	1100	0,25	104	580	—	37	—
—	1400	0,40	209	725	—	55	—
<i>ГрА 1800/67</i>	1200	0,30	136	485	905	39	13000
—	1450	0,42	227	580	—	53	—
—	1800	0,67	444	725	—	80	—

більш пластичних гідросумішей щільністю 1600, 2200 і 3200 кг/м³, що є актуальним при гідротранспортуванні шламів на гірничозбагачувальних комбінатах, табл. 4.

ГрА — серія ґрунтових насосів, що складаються з відцентрового горизонтального консольного одноступінчатого насоса з осьовим входом і електродвигуна перемінного струму, розташованого над консоллю насоса і з'єднаного з ним за допомогою

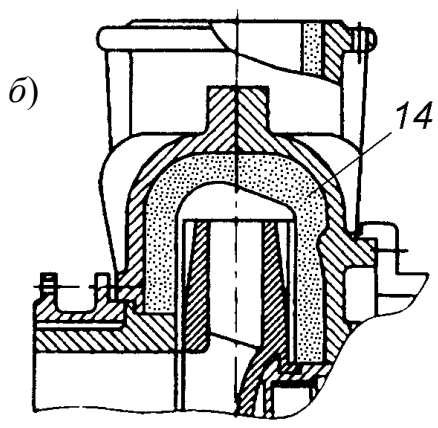
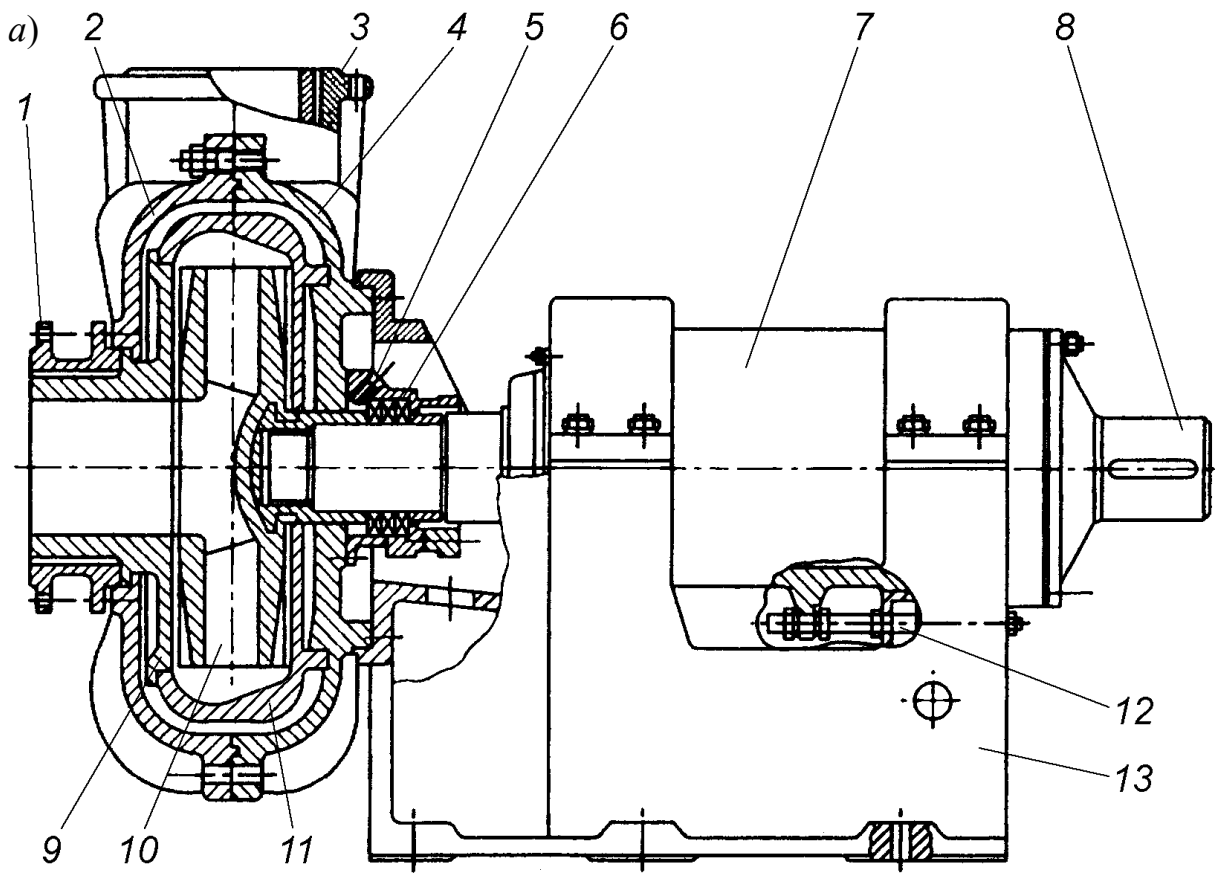


Рисунок 25 – Грунтовий насос типу *ГрА* у дво-корпусному (а) та однокорпусному корундованому (б) виконаннях: 1 – всмоктувальний патрубок; 2 – передня половина корпусу; 3 – нагнітальний патрубок; 4 – задня половина корпусу; 5 – штуцер подачі віджимної води; 6 – сальник; 7 – стакан; 8 – вал; 9 – бронедиск; 10 – робоче колесо; 11 – внутрішній корпус; 12 – регульовальна шпилька; 13 – станіна; 14 – корундова футерівка

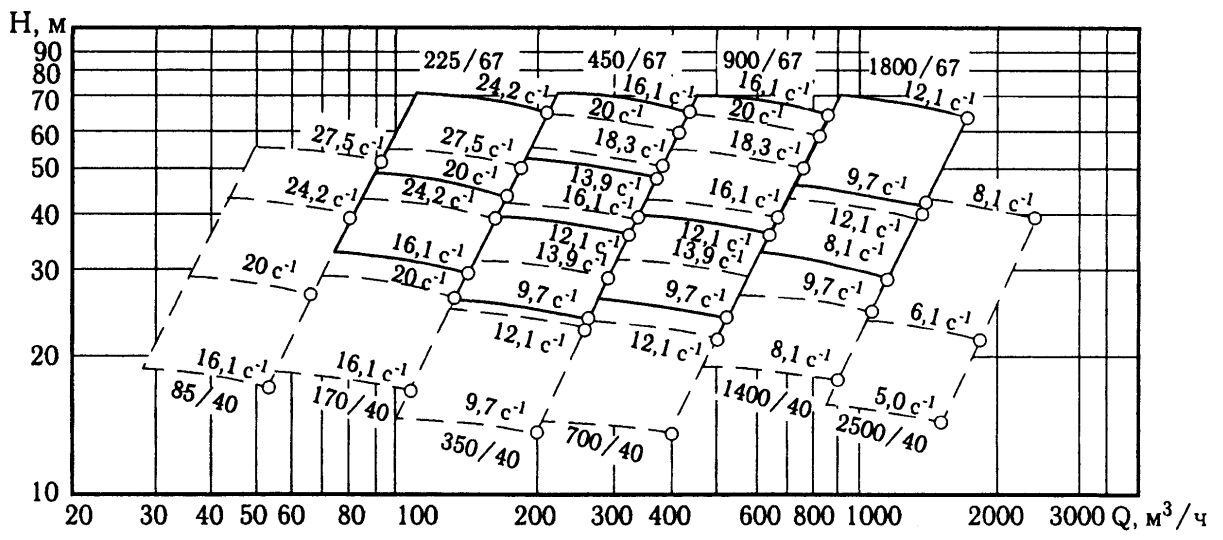


Рисунок 26 – Робочі поля ґрунтових насосів типу *ГрА*

клиноремінної передачі чи муфти.

Призначені для перекачування високоабразивних гідросумішей з водневим показником рН 6...12, температурою від 5 до 70 °С, з мікротвердістю матеріалу, що перекачується, до 11000 МПа. Максимально припустимий розмір твердих включень при гідротранспорті насосами *ГрАТ* — 6 мм, *ГрАК* — до 1 мм.

Насоси марки *ГрАТ* — двокорпусні, рис. 25 а. Зовнішній корпус з вертикальним розніманням складений з передньої 2 та задньої 4 половин, що з'єднані шпильками. Зовнішній корпус, всмоктувальний 1 та нагнітальний 3 патрубки захищені від зносу бронедиском 9 та внутрішнім корпусом (броневкладишем) 11 зі зносостійкого металу. Робоче колесо 10 також виготовлене зі зносостійкого металу. У порожнину сальникового ущільнення 6 через штуцер 5 подається чиста вода.

Задня половина зовнішнього корпусу 4 кріпиться болтами до станини 13. Вал 8 насосу спирається на дві роликотідишні опори, що розміщені у стакані 7. Для регулювання зазору між бронедиском 9 та робочим колесом 10 стакан 7 можна переміщувати у осьовому напрямку за допомогою регулювальної шпильки 12.

У насосів *ГрАК* замість внутрішнього корпусу (броневкладиша) і переднього диска (бронедиска) внутрішня поверхня футерована захисним покриттям 14 з корундових зерен на органічному зв'язуванні, рис. 25 б. Робочі поля ґрунтових насосів типу *ГрА* показані на рис. 26.

2.4 Ґрунтові насоси типу Р

Насоси такого типу встановлюють на земснарядах 100-40К, 200-50Р, 300-40, 350-50Л, 350-50Т і 350-50ТМ. Вони мають параметри, близькі до параметрів насосів типу Гр, табл. 5.

20Р-11 — насос з діаметром всмоктувального патрубка 20 дюймів (508 мм) та коефіцієнтом швидкохідності що дорівнює 110. Корпус 6 цього ґрунтового насоса, рис. 27 а, не має броневкладиша, і тому виконаний зі спеціальної зносостійкої сталі. Робоче колесо 7 трилопатеве. Передня 4 і задня 9 кришки корпусу захищені від зносу бронедисками 5 і 8, відлитими з високохромистого чавуна. Вузол ущільнення 2 на всмоктувальній частині 1 насоса виконаний регульованим шпильками. Для захисту ущільнень через штуцери 3 і 10 подається чиста вода. Сальни-

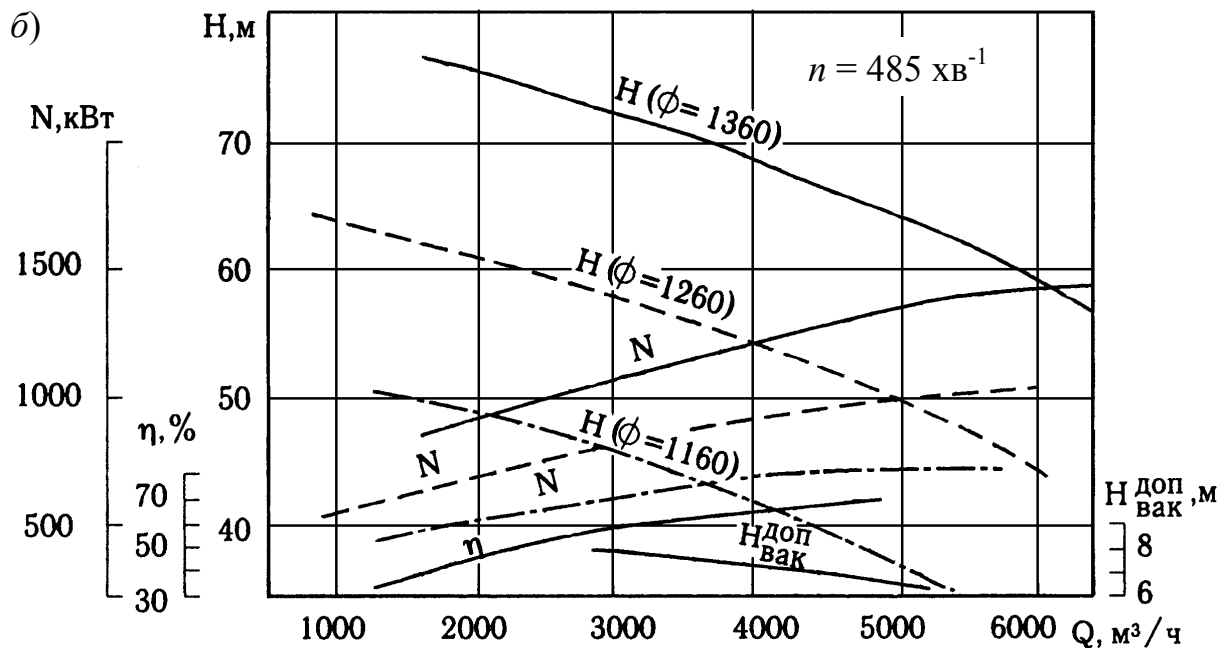
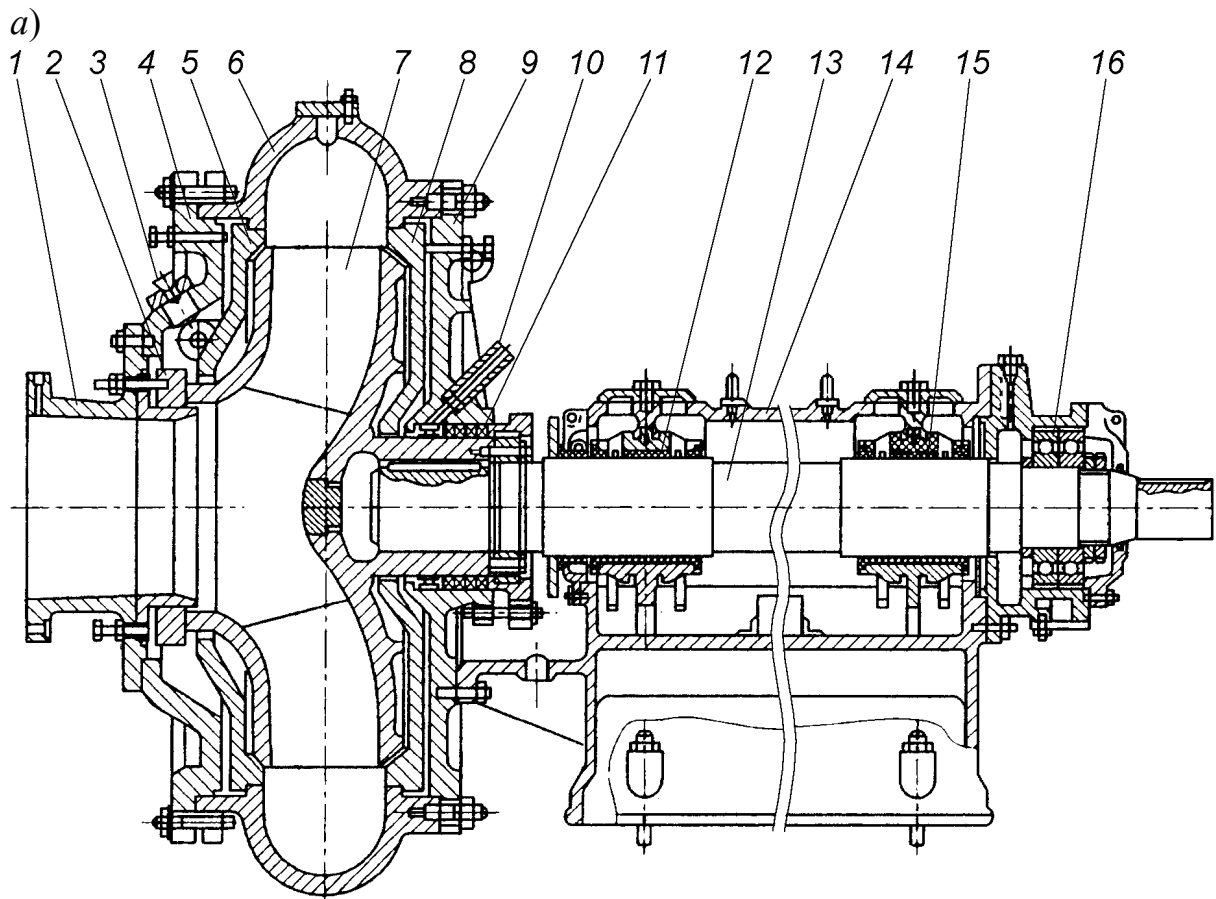


Рисунок 27 – Ґрунтовий насос 20P-11, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – усмоктувальний патрубок; 2 – ущільнювальне кільце; 3, 10 – штуцери подачі віджимної води; 4 – передня кришка; 5 – передній бронедиск; 6 – корпус; 7 – робоче колесо; 8 – задній бронедиск; 9 – задня кришка; 11 – сальник; 12 – передній підшипник; 13 – вал; 14 – станина; 15 – задній підшипник; 16 – подвійний радіально-упорний шарикопідшипник

Таблиця 5 – Технічні характеристики ґрунтових насосів типу *P*

Найменування показників	Марка насоса					
	<i>12P-7</i>	<i>16P-9</i>	<i>20P-11</i>			<i>20P-11M</i>
Діаметр робочого колеса, мм	1000	960	1360	1260	1160	1100 1250
Частота обертання, хв ⁻¹	580	725	485			485
Витрата по воді, м ³ /год	1600	2500	4500	4000	3600	3100 3800
Тиск насоса, МПа	0,58	0,45	0,66	0,54	0,45	0,47 0,62
Число лопат	3	3	3			4
Найменший прохідний перетин, мм	200	220	220			220
Коефіцієнт швидкохідності	70	90	95	100	105	95 85
Потужність привода, кВт	480	630	1250	860	750	750 1250
Діаметр патрубків, мм:						
усмоктувального	300	400	500			500
напірного	300	350	500			500
Маса насоса, т	4,5	—	9,25			10,53

кове ущільнення *11* і корпус насоса стандартної серії розраховані на послідовне включення двох насосів однакового типорозміру.

Вал *13* насоса спирається на підшипники ковзання *12* і *15*, та подвійний радіально-упорний шарикопідшипник *16*, які встановлені в станині *14*.

Для насосів цього типу виготовляють робочі колеса діаметром 1160, 1260 і 1360 мм, відповідно подача в оптимальній точці буде змінюватися в межах 3200...4500 м³/год і напір у межах 44,5...67 м.

Робоча характеристика насоса *20P-11* для трьох діаметрів робочих коліс представлена на рис. 27, б.

2.5 Ґрунтові насоси типу МП

Застосовуються на річкових земснарядах, забезпечують велику продуктивність при відносно низькому тиску, табл. 6.

Ґрунтовий насос типу МП, рис. 28, має усмоктувальний патрубок *1*, сальникову кришку *12*, що притискає гумові ущільнювальні кільця *13* до коміра *14*, який надягнутий на горловину робочого колеса *3* і обертається разом з нею. Для зменшення тертя між гумовими кільцями й коміром, що обертається, уста-

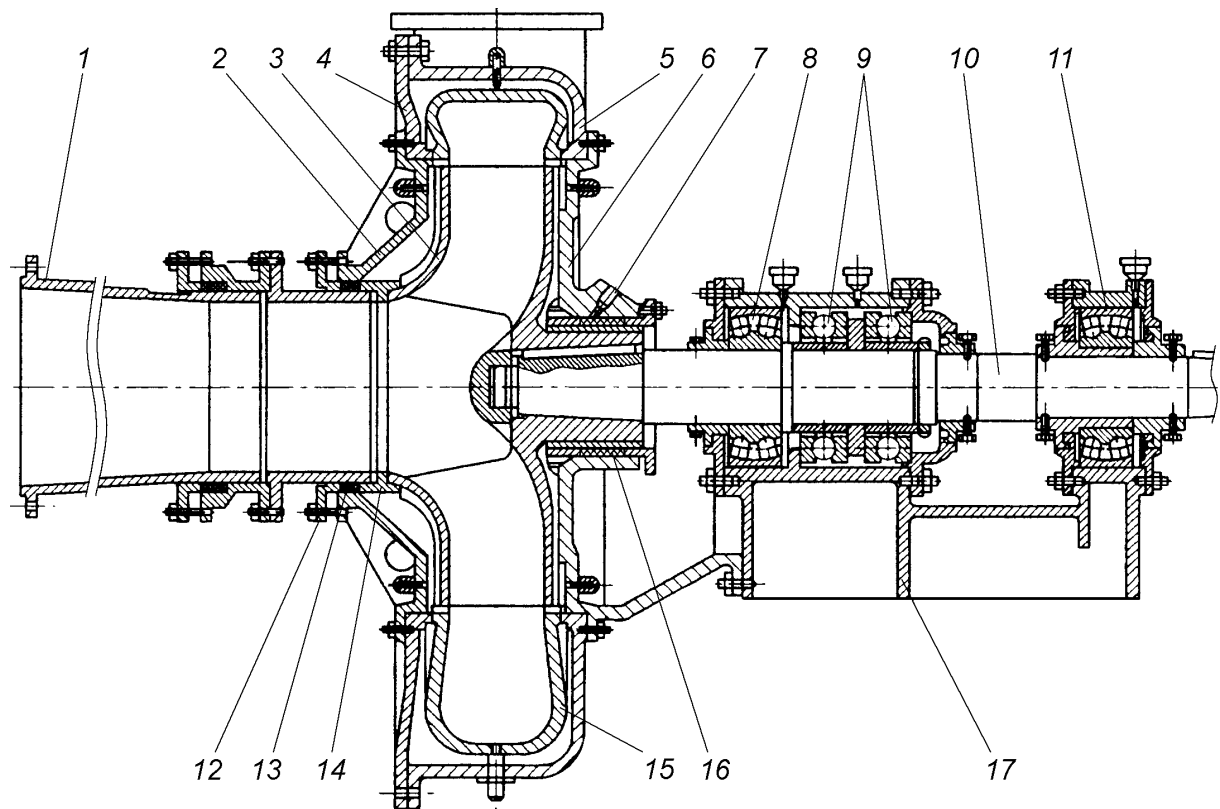


Рисунок 28 – Грунтовий насос типу *МП*: 1 – усмоктувальний патрубков; 2 – передня кришка; 3 – робоче колесо; 4 – кришка для заміни броне-вкладиша; 5 – зовнішній корпус; 6 – задня кришка; 7 – штуцер подачі віджимної води; 8 – передній роликопідшипник; 9 – здвоєний упорний шарикопідшипник; 10 – вал; 11 – задній роликопідшипник; 12 – сальникова кришка; 13 – гумові ущільнювальні кільця; 14 – комір; 15 – внутрішній корпус (броневкладиш); 16 – сальник; 17 – станина

Таблиця 6 – Характеристика ґрунтових насосів типу *МП*

Тип ґрунтового насоса	Номер проекту земснаряда	Подача води, м ³ /год	Тиск, МПа	Потужність приводу, кВт	Частота обертання, хв ⁻¹
220 <i>МП-180</i>	1-51701	14000	0,21	1230	180
160 <i>МП-220</i>	592	2300	0,21	184	220
140 <i>МП-325</i>	23-112	7500	0,25	590	325
120 <i>МП-325</i>	23-110	3800	0,15	280	325
115 <i>МП-350</i>	12	3500	0,21	258	350
100 <i>МП-350</i>	324	2200	0,17	166	350
115 <i>МП-350</i>	P-109	4500	0,16	368	350
80 <i>МП-500</i>	246	1400	0,20	110	500

новлюють бронзове кільце, що вільно плаває. Передня кришка 2 насоса має знімну деталь 4, що дозволяє без розкриття корпусу насоса замінити внутрішній корпус (броневкладиш) 15.

Задня кришка 6 кріпиться до корпусу 5 насоса. Зв'язана з задньою кришкою лита основа (консоль) 17 служить спільною опорою для двох сферичних роликотітників 8 і 11 та подвійного упорного шарикотітника 9, що підтримують вал 10 робочого колеса. Сальникове ущільнення маточини робочого колеса має прядив'яне набивання 16, у середині якого поставлене промивне кільце для подачі води в сальник через отвір штуцера 7.

2.6 Заглибні ґрунтові насоси

Заглибні ґрунтові насоси використовують для поліпшення процесу породозабору земснарядів і зменшення втрат напору насосів. Розташування насосу на поворотній рамі безпосередньо біля ґрунтозабірної пристрою дозволяє зменшити вакуум у всмоктувальному патрубці, що дає змогу уникнути кавітації, вести розробку на значних глибинах та підвищити концентрацію пульпи. Крім того, заглибний насос не потребує спеціальних пристроїв для його заливання перед пуском. Заглибні насоси набули поширення на земснарядах великої продуктивності зарубіжного виробництва.

Існує дві схеми виконання заглибних насосів: з розташуванням електродвигуна вище ватерлінії та з застосуванням *моноблочного агрегату*, що цілком знаходиться під водою. Перша схема дозволяє уникнути проблем з герметизацією двигуна, але потребує наявності довгої та малонадійної трансмісії. Для реалізації другої схеми необхідно забезпечити надійну герметизацію електродвигуна, який знаходиться на значній глибині і підданий досить великому (до 200 кПа) тиску води.

До вітчизняних заглибних насосів відносяться ґрунтові насоси 1200/27, 700/49 та моноблочні агрегати типу ПГМ (насос погрузний ґрунтовий моноблочний) і МБ (насос моноблочний), табл 7.

ПГМ-4000/57 — погрузний моноблочний агрегат із двигуном АПС-16-80-12, що має номінальну подачу 4000 м³/год і напор 57 м, рис. 29. Передня кришка 1 із всмоктувальним патрубком, та задня кришка 6 закріплені на зовнішньому корпусі 3. Для захисту зовнішнього корпусу та задньої кришки встано-

Таблиця 7 – Технічні характеристики заглибних ґрунтових насосів і моноблочних агрегатів

Найменування показників	Тип заглибного ґрунтового насоса (агрегату)				
	1200/27	700/49	ПМГ-2500/60	МБ-20Р-11М	ПГМ-4000/57
Подача, м ³ /год	1200	700	2500	3500	4000
Тиск, МПа	0,27	0,49	0,60	0,50	0,57
Потужність привода, кВт	300	300	800	1000	1250
Коефіцієнт швидкохідності	250	120	95	90	85
Найменший прохідний перетин, мм	170	120	200	220	220
Частота обертання, хв ⁻¹	1450	1450	580	485	485
Діаметр патрубків, мм:					
усмоктувального	250	250	500	500	600
напірного	250	250	400	500	500
Маса насоса (агрегату), т	3,40	3,40	16,7	15,65	20,35

влено броневкладиш 4 та бронедиск 10. Задня кришка 6 консоллю 12 кріпиться до корпусу електродвигуна 13.

Робоче колесо 2 закріплене на валу 8 двигуна на конусній посадці. При цьому на торці вала встановлений поршень 7, що полегшує демонтаж робочого колеса при виконанні ремонтних робіт. Для цього вал має осьовий і радіальний канали, по яких робоче середовище (олія) надходить від ручного насоса в поршень. Імпелер 5 робочого колеса дозволяє значно зменшити витрати (до 20 м³/год) і тиск (до 0,15 МПа) промивної води, що подається в сальниковий вузол 11. Осьовий зазор регулюється ущільнювальним кільцем 9.

Герметичний електродвигун типу АПС має передній радіальний і задній радіально-упорний підшипники, що дозволяють двигуну працювати з нахилами і під дією значних осьових навантажень. Двигун обладнано системою підтримки надлишкового, до 0,2 МПа, тиску в корпусі двигуна (від компресора) і автоматичним контролем за протіками води в двигуні. Завдяки цьому компресор працює періодично в межах заданих параметрів тиску 98...159 кПа.

Моноблочні агрегати, з метою одержання додаткового тиску, іноді встановлюють за послідовною схемою: заглибний моно-

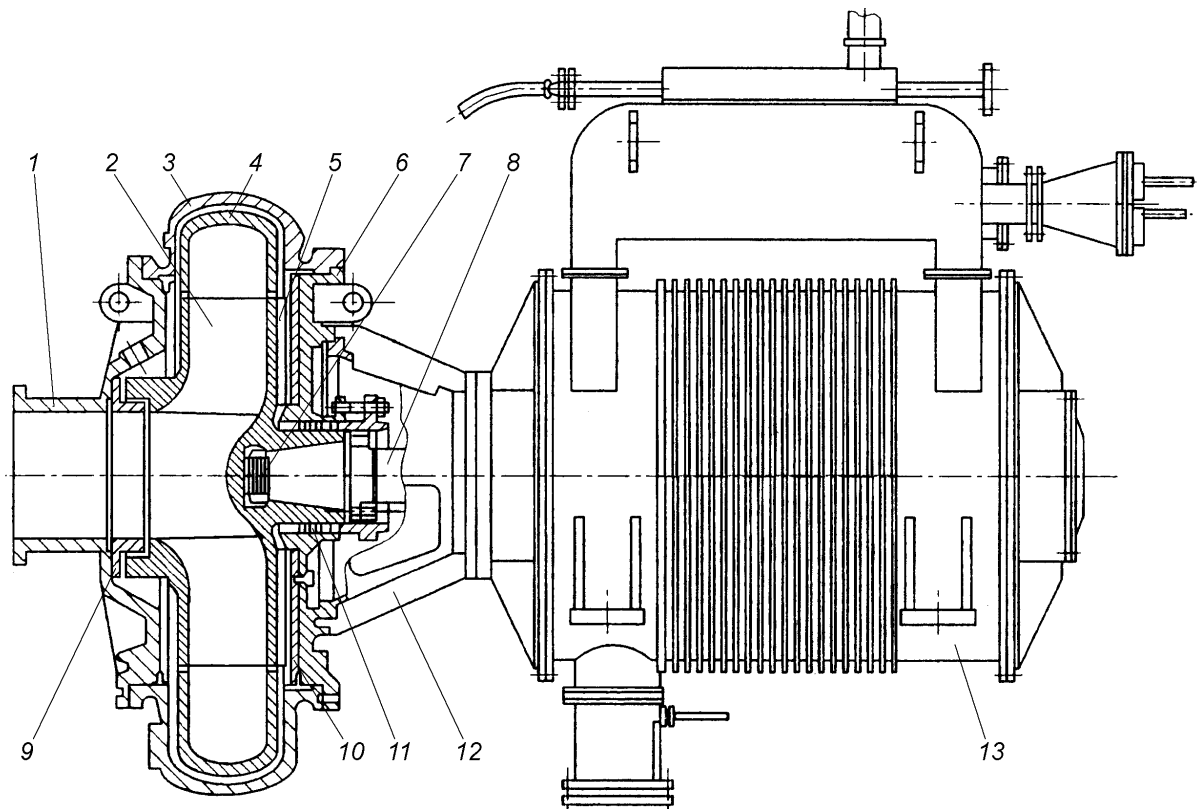


Рисунок 29 – Моноблочний заглибний агрегат ПГМ-4000/57: 1 – передня кришка з усмоктувальним патрубком; 2 – робоче колесо; 3 – зовнішній корпус; 4 – внутрішній корпус (броневкладиш); 5 – імпелер; 6 – задня кришка; 7 – поршень; 8 – вал; 9 – ущільнювальне кільце; 10 – бронедиск; 11 – сальник; 12 – консоль; 13 – електродвигун

блочний агрегат — палубний ґрунтовий насос — пульпопровід. Для стійкості роботи такої системи слід приймати заглибний насос з тиском не менш 0,3 МПа, що надасть підпір трюмного ґрунтового насоса 0,1...0,12 МПа.

2.7 Ґрунтові насоси фірми Sigma (Чехія)

Ґрунтові насоси *NBA* і *DBA* є основною ланкою технологічного устаткування плавучих самохідних землесосів, що служать для черпання перекату і мулистих наносів, важких ґрунтів дуже значних обсягів на внутрішніх водяних шляхах (ріках, каналах), озерах і пристанях — при їхньому будівництві і для очищення з метою збереження їхньої судноплавності. Ці насоси здатні транспортувати суміш річкової води з ґрунтом, засмоктувану з дна, причому в суміші можуть бути також камені, корені й інші тверді речовини і предмети.

Насоси *NBA* і *DBA* — відцентрові, спіральні, одноступінчаті, горизонтального типу з осьовим входом гідросуміші у робоче

колесо, рис. 30. Концепція обох типів — однакова, однак виконання їхніх корпусів різне, а саме насоси з типовим позначенням *NBA* характеризуються конструкцією корпуса з розніманням в радіальному напрямку, а насоси типового позначення *DBA* — як у радіальному, так і в горизонтальному напрямках.

Спиральний корпус 4 та всмоктувальна кришка 13 насоса захищені від зносу легко замінною вкладною шиною 5, бічними зносостійкими дисками 3 і 15, та прокладкою 1. Робоче лопатеве колесо 6 великого проточного перетину — закритого виконання й ущільнюється змінним кільцем 2. Ущільнення перед робочим колесом і за ним промиваються чистою водою, що подається у штуцери 7 та 14.

Вал насоса 9 встановлений у стійці 17 на двох опорах з роликотідшипників 8 та 11. Осьове навантаження сприймається упорним шарикотідшипником 10. Для регулювання осьових зазорів задня підшипникова опора встановлена у рухомому корпусі 12. Сальник насоса 16, з м'яким стандартним набиванням, захищається при промиванні задньої камери робочого колеса.

Таблиця 8 – Технічні характеристики ґрунтових насосів фірми *Sigma* (Чехія)

Найменування показників	Тип насоса			
	500-NBA	700-NBA	500-DBA	900-DBA
Подача, м ³ /год	2600	7500	3400	13500
Тиск, МПа	0,24	0,25	0,64	0,21
Частота обертання валу, хв ⁻¹	325	325	460	180
К.к.д. насоса	0,78	0,88	0,75	0,86
Діаметр робочого колеса, мм	1200	1400	1380	2200
Діаметр патрубків:				
всмоктувального	500	750	550	900
нагнітального	500	700	500	960×600
Максимальний розмір твердих часток, мм	150	160	150	250
Витрата промивної води, м ³ /год	70	230	35	200
Маса насоса, кг	7 110	13 000	20 000	60 000

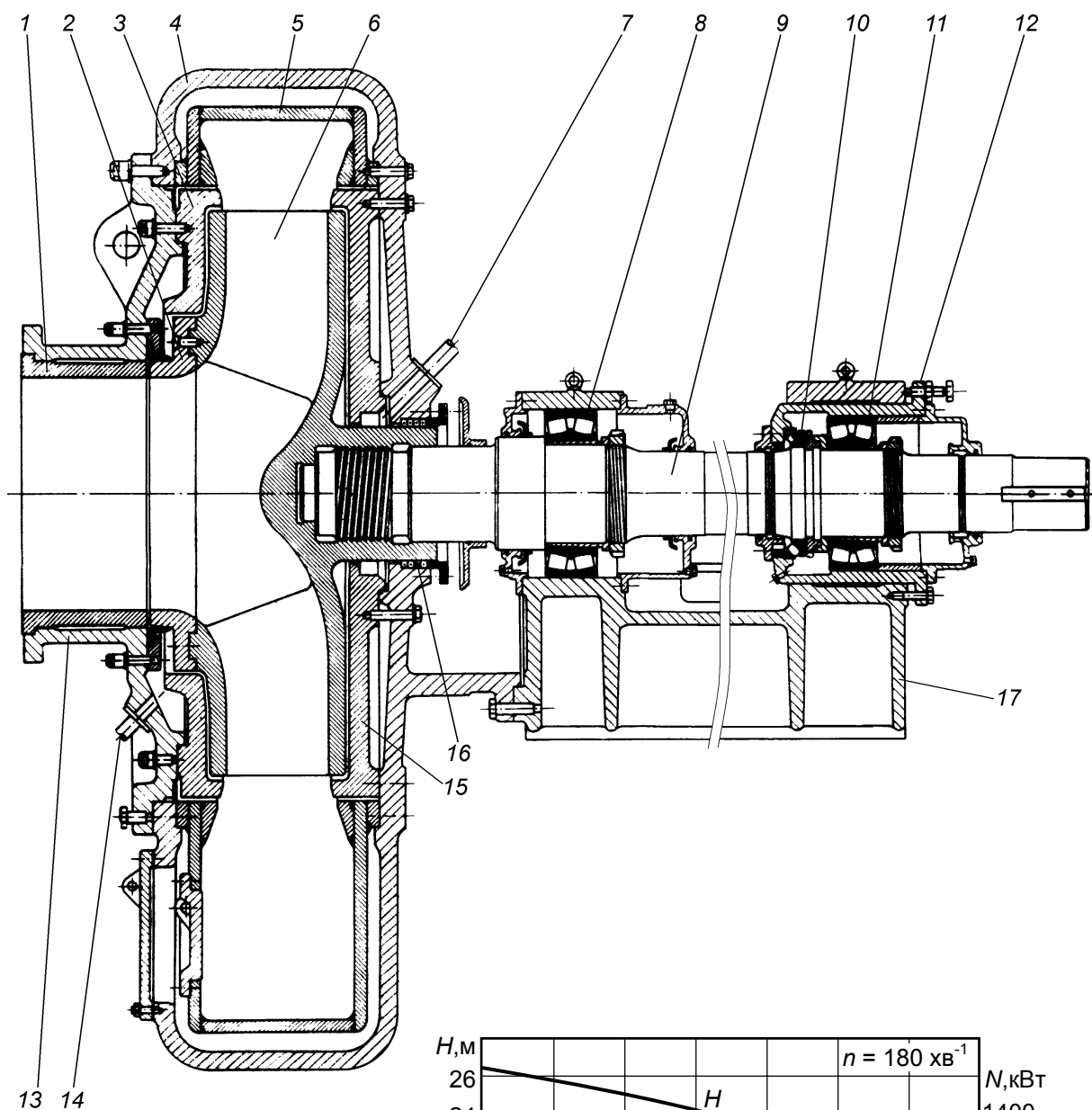


Рисунок 30 – Грунтовий насос типу 900-DBA фірми Sigma (Чехія):
 1 – прокладка; 2 – ущільнювальне кільце; 3 – передній бронедиск;
 4 – спіральний корпус; 5 – внутрішній корпус; 6 – робоче колесо;
 7, 14 – штуцери подачі віджимної води; 8 – передній роликпідшипник;
 9 – вал; 10 – упорний шарикопідшипник; 11 – задній роликпідшипник;
 12 – рухомий корпус; 13 – передня кришка з усмоктувальним патрубком;
 15 – задній бронедиск; 16 – сальник; 17 – станина

3 Вуглесоси

Вуглесоси призначені для гідротранспорту здрібненого вугілля та інших матеріалів з малою абразивністю та невеликими розмірами часток. Їх використовують на шахтах для гідротранспортування і гідропідйому вугілля, та на вуглезбагачувальних фабриках для перекачування пульпи і гідротранспорту відходів зі збагачувальних фабрик у хвостосховища. Завдяки великій частоті обертання робочого колеса (1450 хв^{-1}) напір, що розвивається вуглесосами, вище, ніж у ґрунтових насосів. Крім того, конструкція ущільнень дозволяє послідовне включення двох вуглесосів. Це дає змогу використовувати вуглесоси для гідропідйому вугілля на значну висоту, або для гідротранспортування на значні відстані. Технічні характеристики вуглесосів наведені у табл. 9, а їх робочі поля — на рис. 31.

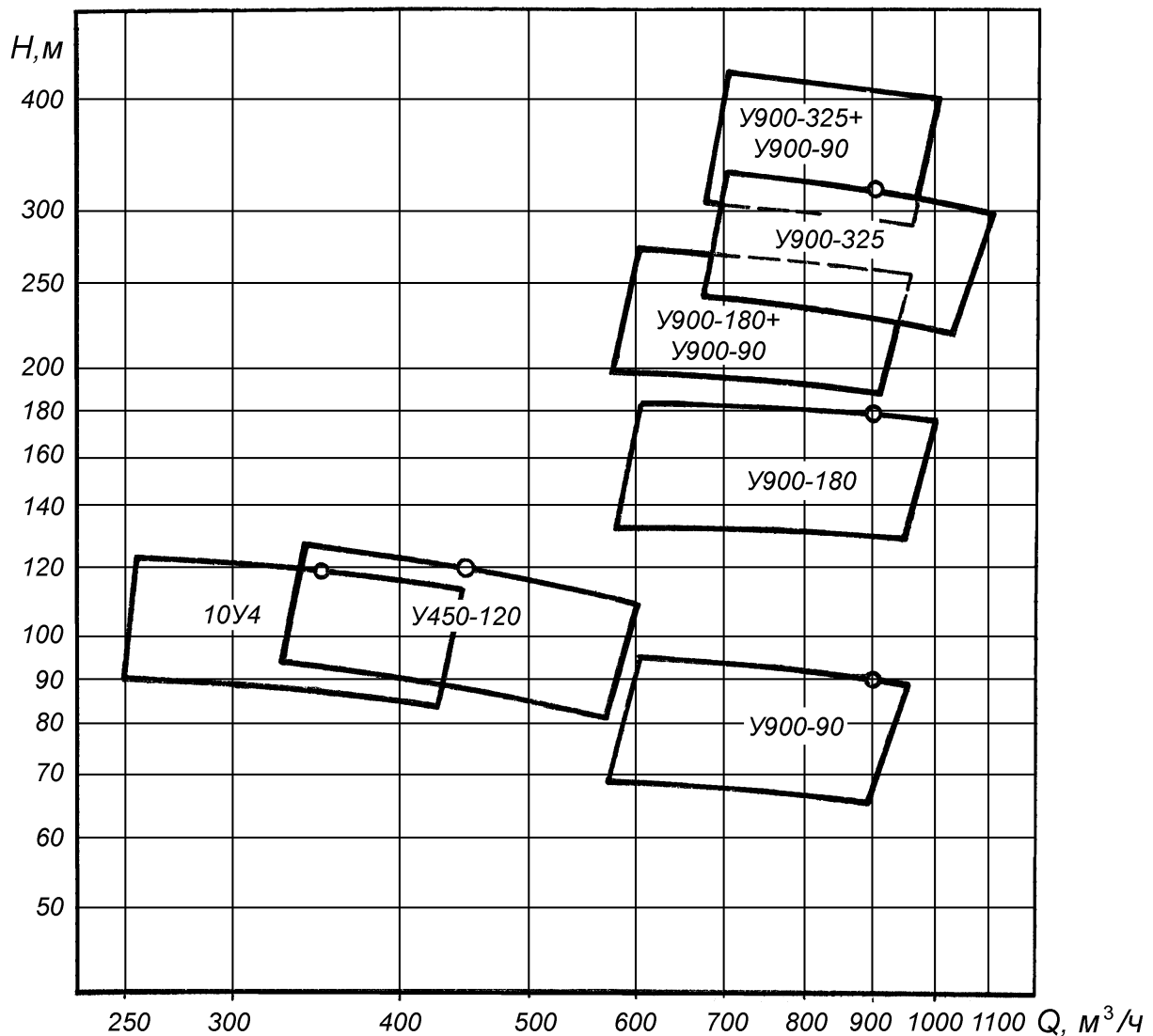


Рисунок 31 – Робочі поля вуглесосів

Таблиця 9 – Технічні характеристики вуглесосів

Найменування показників	Марка вуглесосів *				
	<i>10У4</i>	<i>У450-120</i>	<i>У900-180 (12У6)</i>	<i>У900-90 (12У10)</i>	<i>У900-325 (14УВ6)</i>
Число ступіней	1	1	1	1	2
Подача, м ³ /год	350	450	900	900	900
Тиск, МПа	1,2	1,2	1,8 (1,75)	0,9 (0,85)	3,25 (3,2)
Частота обертання, хв ⁻¹	1485	1485	1485	1485	1485
Потужність привода, кВт	320	400	1000	400	1600
Діаметр робочого колеса, мм	620	530	710	510	660 700
Розмір прохідного перетину колеса, мм	100	100	100	100	100
К.к.д. насоса	0,53	0,60	0,60	0,68	0,6
Кавітаційний запас, м	7,3	7,3	5,9	5,5	6,4
Припустимий підпір, МПа	—	0,10	0,9	0,9	0,9
Маса, т	1,655	1655	3,547	1,60	5,73

* у дужках наведені позначення та параметри серійних (старих) моделей.

Вуглесоси старих (серійних) моделей мають таке маркування: *10У4*, *12У10*, *12У6*, *14УВ6*. Тут літера *У* означає вуглесос, *В* — високонапірний, перше число — діаметр всмоктувального патрубку в дюймах, друге — коефіцієнт швидкості, зменшений у 10 разів і округлений. Вуглесоси модернізованих моделей, випуск яких розпочато з середини 80-х років, маркуються: *У450-120*, *У900-90*, *У900-180*, *У900-325*, де літерне позначення таке ж саме, перше число означає номінальну подачу, м³/год, друге — номінальний напір, м, при роботі на чистій воді.

Вуглесоси мають осьове підведення і горизонтальне розміщення корпусів (крім вуглесоса *У900-90*). На рис. 32 представлений схематичний розріз вуглесоса *У900-90*. Він складається зі спірального корпуса *б*, передньої кришки (з усмоктувальної сторони) *4*, робочого колеса *7*, насадженого на вал *13*, бронедиска *5*, станини *8*, сальникової порожнини *9* із притискним кільцем *10*, втулки *11*, сферичного роликів *12* і радіально-упорного *14* підшипників.

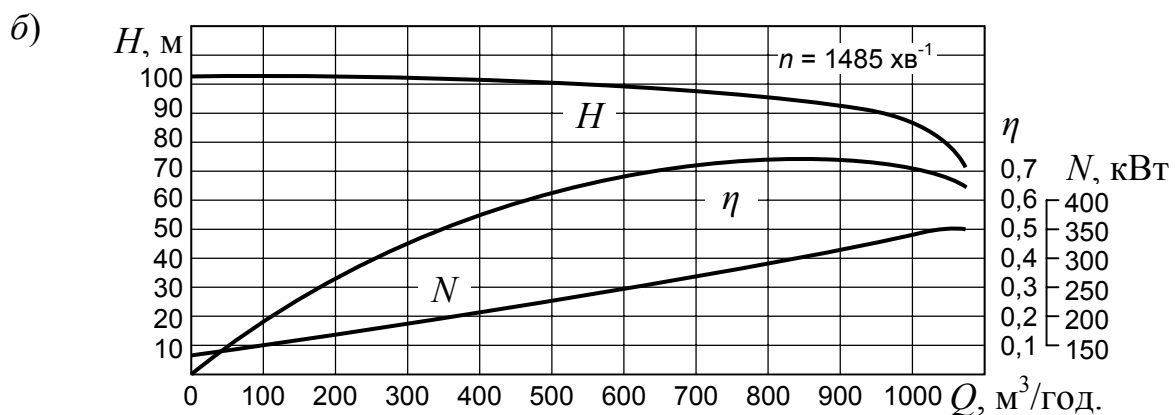
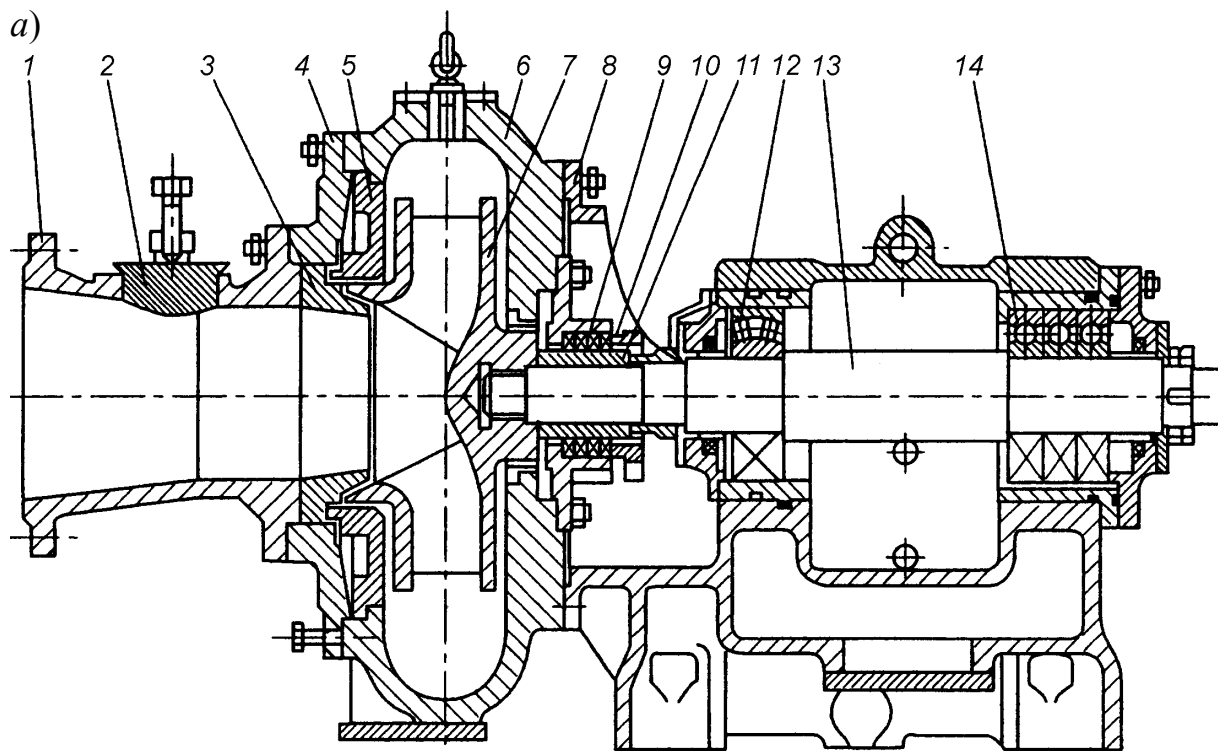


Рисунок 32 – Вуглесос У900-90, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – усмоктувальний патрубков; 2 – люк; 3 – вхідний патрубков; 4 – передня кришка; 5 – бронедиск; 6 – корпус; 7 – робоче колесо; 8 – станина; 9 – сальник; 10 – притискне кільце; 11 – втулка сальника; 12 – роликовий сферичний підшипник; 13 – вал; 14 – радіально-упорний підшипник

Змащення підшипників рідке з охолодженням водою, що подається до станини. На усмоктувальному патрубку 1 діаметром 300 мм є люк 2 для ревізії вуглесоса. Для зменшення впливу зносу застосоване робоче колесо зі збільшеними дисками. Зовнішній діаметр дисків 570 мм, робочого колеса 510 мм. Для боротьби зі зносом усмоктувального патрубку перед робочим колесом установлений патрубков 3. Замість сальникового ущільнення в одноступінчатих вуглесосах застосоване еластичне. Воно складається з гумової манжети, закріпленої на валу хомутом. Під час

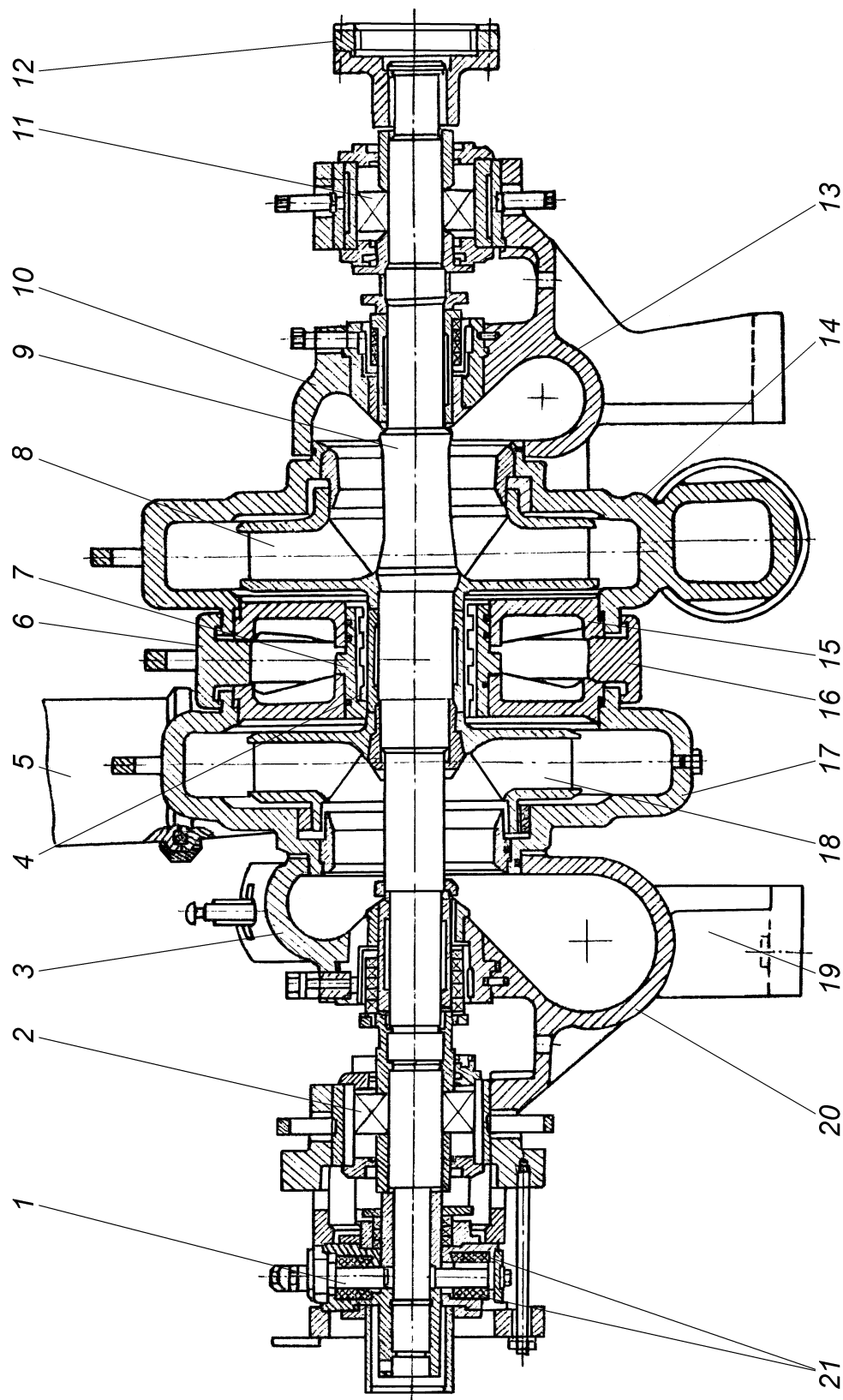


Рисунок 33 – Вуглесос У900-325: 1 – п’ята; 2 – роликівий підшипник; 3 – кришка першої ступені; 4 – плаваючі втулки; 5 – перевідна труба; 6 – напівхомут; 7 – ущільнювальна втулка; 8 – робоче колесо другої ступені; 9 – вал; 10 – кришка другої ступені; 11 – роликівий підшипник; 12 – напівмуфта; 13 – підвід другої ступені; 14 – спіральний корпус другої ступені; 15 – бронедиски; 16 – напівхомут; 17 – спіральний корпус першої ступені; 18 – робоче колесо першої ступені; 19 – корпус; 20 – підвід першої ступені; 21 – підп’ятники

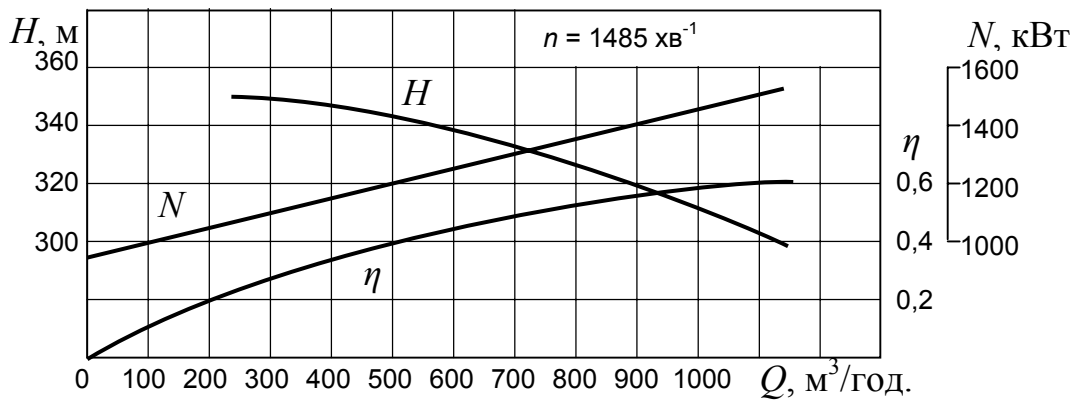


Рисунок 34 – Робоча характеристика вуглесосу У900-325

роботи вуглесоса внаслідок дії тиску внутрішнього середовища (гідросуміші) манжета притискається до внутрішнього циліндричного каналу вуглесоса, перешкоджаючи протіканню гідросуміші назовні.

Вуглесос **У900-325** являє собою горизонтальний двоступінчастий відцентровий насос з боковим підведенням рідини, рис. 33.

Корпус вуглесоса 19 являє собою зварювано-литу конструкцію, що складається з корпусів підведення першої 20 і другої 13 ступіней, які разом із кришками першої 3 і другої 10 ступіней утворюють усмоктувальні порожнини для підведення пульпи до робочих коліс 8 і 18.

Спіральні корпуси (напірні камери) першої 17 і другої 14 ступіней виконані окремими знімними деталями, які кріплять напівхомутами 6 і 16, а також кришками 3 і 10 до корпусу вуглесоса. Перевідна труба 5, що з'єднує першу і другу ступіні, виконана з двох колін і розташована над вуглесосом.

Ротор складається з вала 9, робочих коліс 18 і 8, підшипникових і сальникових вузлів, бронецилиндрів 15, розвантажувального пристрою і набору гладких і різьбових втулок.

Проміжне ущільнення включає набір коротких плаваючих втулок 4, що притискаються при роботі до упорного буртику втулки 7.

Для сприйняття осьової сили служить розвантажувальний пристрій, що складається з диска п'яти 1 і двох нерухомих дисків 21 (підп'ятників) з гумовими сегментами, на які спирається диск п'яти. Радіальні навантаження сприймають роликові підшипники 2 і 11. Для нормальної роботи розвантажувального пристрою й охолодження підшипників повинна підводитися чиста вода у кількості 6...8 м³/год.

Поверхні ущільнень робочих коліс, проміжних втулок і бронецилиндрів наплавлені твердим сплавом.

4 Шламові, піскові та багерні насоси

4.1 Шламові насоси

Шламові насоси призначені для відкачки неосаджених шахтних та шламових вод, які містять невеликі за розмірами частки вугілля та породи. Шламові насоси використовуються для відкачки шламів із зумпфів, відстійників, а також як насоси дільничного та місцевого водовідливу (при відсутності засобів освітлення шахтних вод).

Насос **ШН2-200** (шламовий насос, 2 — модифікація, 200 — номінальна подача, м³/год) призначений для відкачки нейтральних шламових вод з температурою не більш 40° С. Допускається вміст твердих часток у шламі до 50% при найбільшій величині твердих часток до 20 мм.

Насос при частоті обертання робочого колеса 1450 хв⁻¹ має продуктивність 200 м³/год та напір 40 м (при роботі на чистій воді). Діаметр усмоктувального та нагнітального патрубків 125 мм.

Насос консольний одноступінчатий відцентрового типу з горизонтальним розніманням кронштейна і кришки ущільнення, що дає можливість при розбиранні насоса залишати закріпленими на плиті електродвигун і кронштейн насоса, рис. 35.

З метою запобігання від зносу кришки 1 і кронштейна 8 встановлюються передній 2 і задній 5 бронедиски зі сталі 40ХЛ. Спиральний корпус 4 виконаний заодно з напірним патрубком (вісь якого може займати вертикальне або горизонтальне положення), має підвищену товщину і також виготовляється зі сталі 40ХЛ.

Робоче колесо 3 *дволопате*ве, *відкритого типу*, виготовлене зі сталі 40ХЛ.

Ущільнення вала складається з гумової манжети 6, що обертається разом з валом, і сталевий втулки 7, прикріпленої до кришки ущільнення. Насос *не потребує* подачі чистої віджимної води.

Підшипники 9 і 11 змонтовані в корпусі 10. Задні підшипники 11 закріплені на валу гайкою і сприймають, крім радіального, осьове навантаження.

Швидкозношуваними деталями насоса є робоче колесо, бронедиски, задня манжета і втулка.

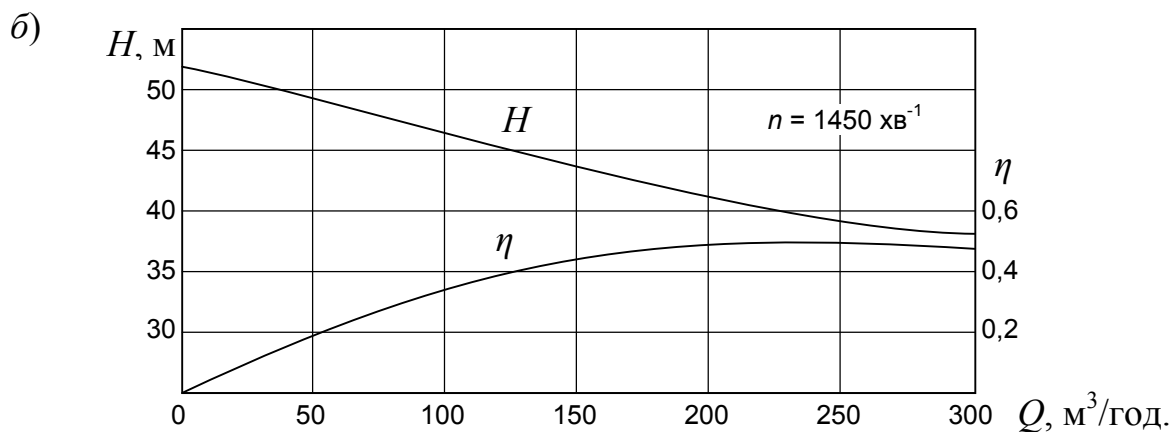
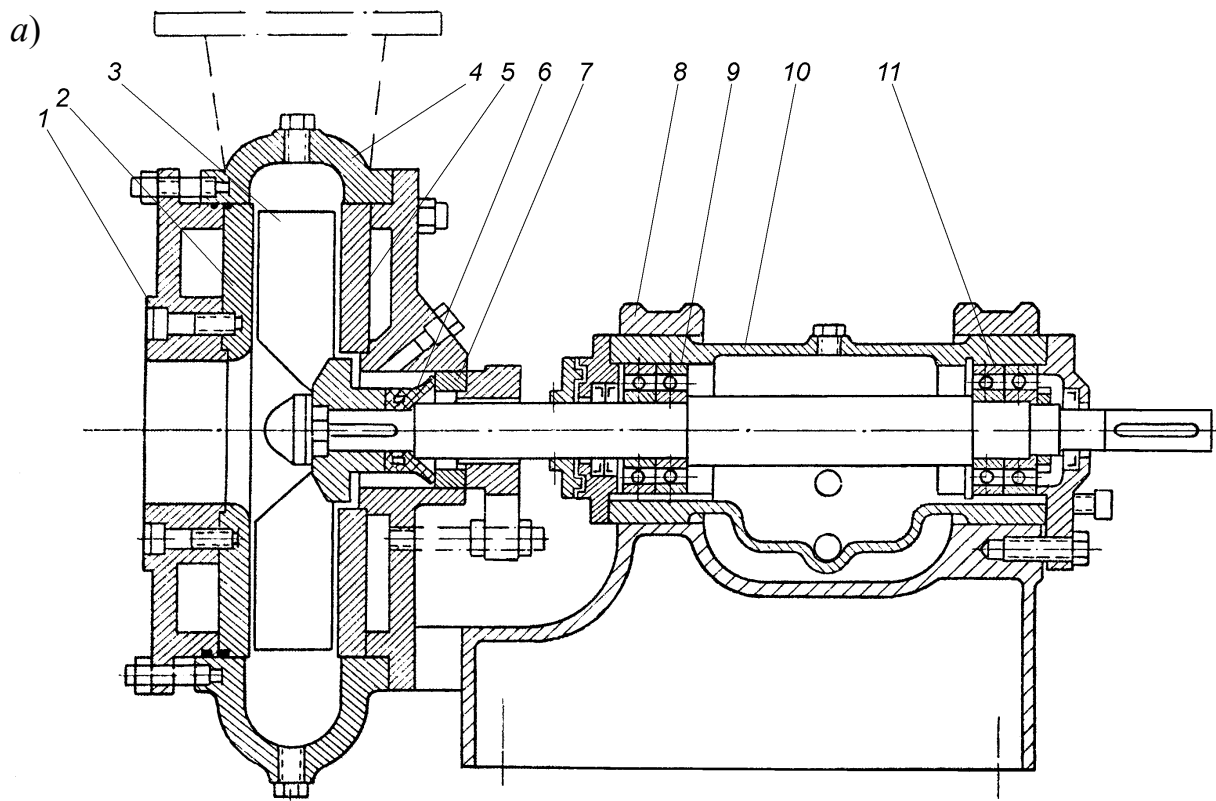


Рисунок 35 – Шламний насос ШН2-200, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – передня кришка; 2 – передній бронедиск; 3 – робоче колесо; 4 – корпус; 5 – задній бронедиск; 6 – гумова манжета; 7 – втулка; 8 – станина; 9, 11 – роликові підшипники; 10 – стакан

Насоси для шламу типу **LP** фірми *Ahlström* (Альстрем), Фінляндія, призначені для перекачування абразивних шламів, зокрема: шламів збагачувальних фабрик гірничої промисловості, піщаного, пінобетонного, каолінового і вапняного шламів, а також шламів, що містять прокатну окалину, тальк, польовий шпат, паперову масу та ін.

Серія насосів має два виконання: **LPK** — насос з гумовою футерівкою для перекачування надзвичайно абразивних але порівняно дрібнозернистих шламів; та **LPN**, деталі проточної части-

ни якого відлито зі спеціального зносостійкого сплаву. Останні застосовуються, коли шлам, що перекачується, містить дуже великі тверді частки або має занадто високу температуру для гумованого насосу. У серії сім типорозмірів. Продуктивність варіюється в діапазоні 20...2000 м³/год., а напір — 5...58 м.

Корпус футерованого гумою насоса складається з двох половин: передньої 4 і задньої 5, які з внутрішньої сторони футеровані гумовими накладками 3 та 6, рис. 36 а. Накладки прикріплено до корпусу болтами, що вгвинчуються у завулканізовані в гуму сталеві деталі. Завдяки цьому футерівка стійко прилягає до корпусу насоса, та при необхідності її можна швидко замінити. Товщина гумових деталей збільшує зносостійкість насоса. В зазорі ущільнення на стороні всмоктування, де знос завжди найбільш швидкий, є окрема гумова деталь 1, завдяки чому уникають заміни великої половинки 3 футерівки при зносі.

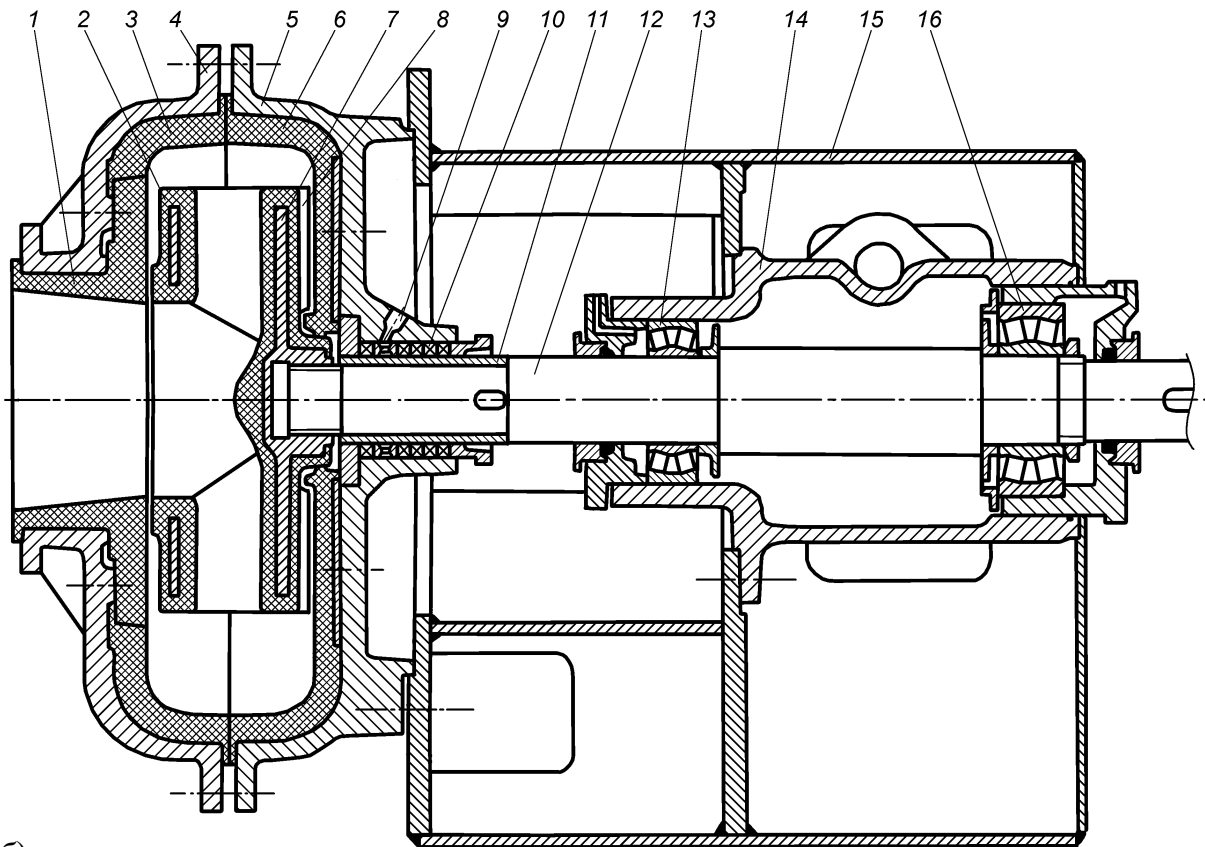
Робоче колесо являє собою металеву деталь 7, яку завулканізовано в гумову футерівку 2. На задній стороні корінного диску робочого колеса знаходяться лопатки (т.зв. імпелер) 8, що значно зменшують напір на сальник 10, захищають його від влучання твердих часток та знижують осьове зусилля підшипників. Окрім того, для захисту сальника в нього через отвір 9 подається чиста вода.

Вал 12 захищений від зносу і корозії втулкою 11, спирається на роликпідшипники 13 та 16, розташовані в гнізді 14. Останнє, а також корпус 5, закріплені болтами на звареній з листового металу рамі 15. Величину зазору між усмоктувальною деталлю 1 і робочим колесом 2 можна регулювати за допомогою регулювального гнізда, у якому знаходиться підшипник 16.

У металевому виконанні корпус 19, задня кришка 24, робоче колесо 20, передній 17 та задній 23 захисні бронедиски виконані зі спеціального зносостійкого металу, рис 36 б. Зазори між корпусом та бронедисками ущільнені гумовими кільцями 18 і 22. Робоче колесо має імпелер 21. Конструкції сальникового ущільнення, підшипникової опори та рами в обох виконаннях однакові.

Двигун звичайно розташований на підставці зверху над рамою насоса, привод здійснюється за допомогою ремінної передачі. Змінюючи належним образом ремінні шківи, одержують бажану швидкість обертання і продуктивність. За допомогою піднімального важеля, що закріплюється на рамі насоса, змінні деталі можна швидко перемінити на місці експлуатації.

a)



б)

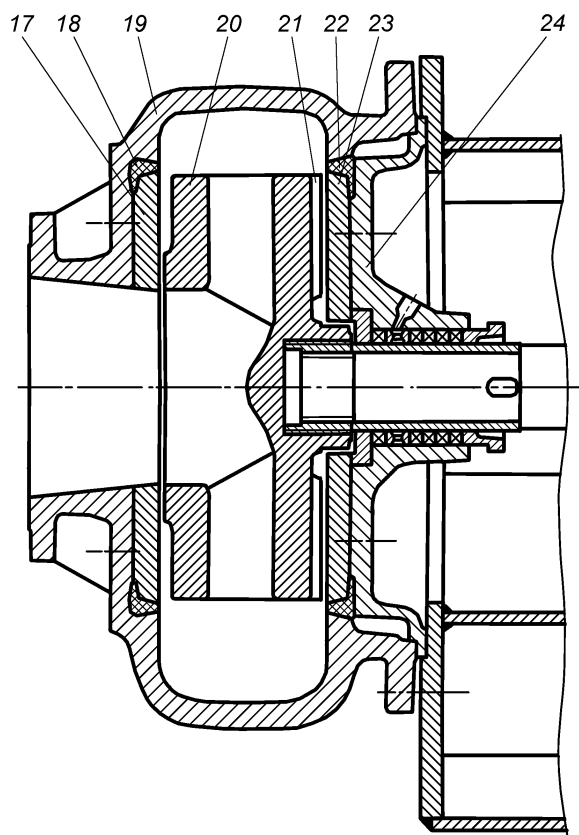


Рисунок 36 – Шламний насос типу LP фірми Альстрем (Фінляндія), виконання LPK (a) та LPN (б):

1, 3, 6 – деталі гумової футерівки корпусу; 2 – гумова футерівка робочого колеса; 4, 5 – передня та задня половини корпусу; 7 – робоче колесо; 8 – імпелер; 9 – штуцер подачі промивної води; 10 – сальник; 11 – захисна втулка; 12 – вал; 13, 16 – передній та задній ролик-підшипники; 14 – стакан; 15 – рама; 17, 23 – передній та задній бронедиски; 18, 22 – гумові ущільнення; 19 – корпус; 20 – робоче колесо; 21 – імпелер; 24 – задня кришка

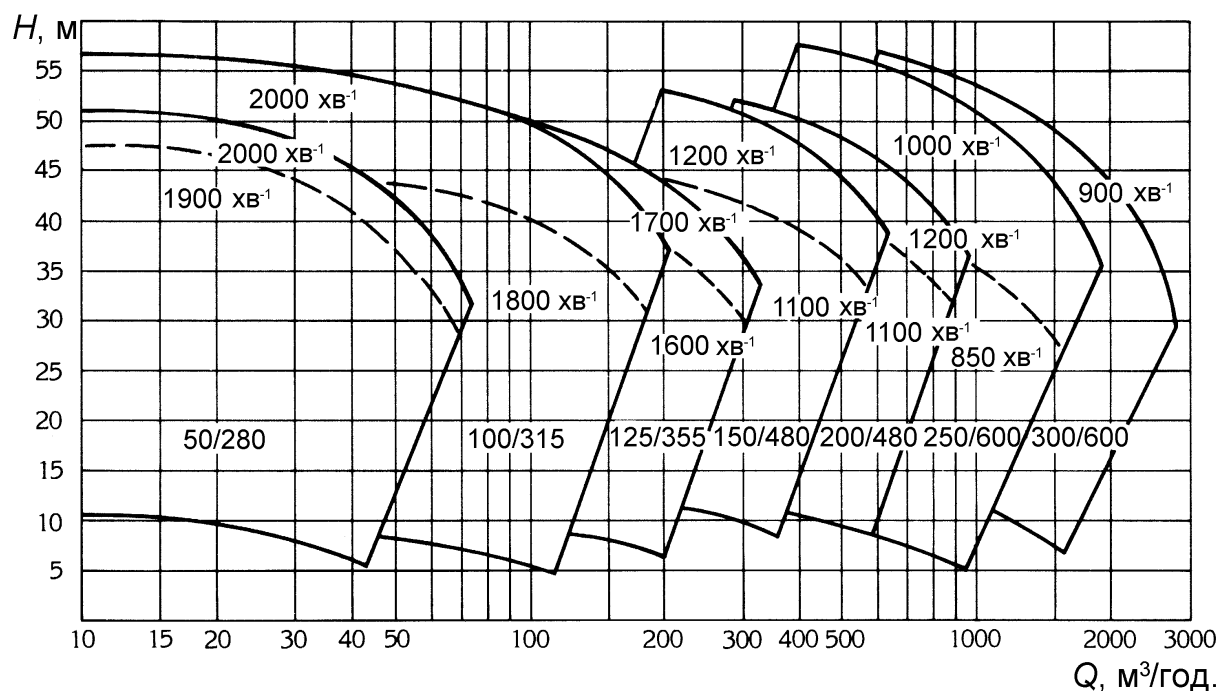


Рисунок 37 – Робочі поля шламових насосів типу *LP* фірми *Альстрем* (Фінляндія). Частоти обертання, вказані на діаграмі, є максимальними для насосів даного типорозміру: на пунктирній лінії — для насосів з гумовими деталями (виконання *LPK*), на суцільній лінії — для насосів з деталями зі зносостійкої сталі (виконання *LPN*)

Таблиця 10 – Технічні характеристики насосів типу *LP* фірми *Альстрем* (Фінляндія):

Найменування показників	Типорозмір насоса*						
	50/280	100/315	125/355	150/480	200/480	250/600	300/600**
Подача, м³/год.	10...70	30...200	80...300	150...600	200...900	300...1500	500...2500
Максимальний тиск, МПа ***	<u>0,51</u> 0,47	<u>0,57</u> 0,45	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,53</u> 0,44	<u>0,50</u> 0,45	<u>0,55</u> 0,40	<u>0,55</u> —
Макс. частота обертання валу, хв⁻¹ ***	<u>2000</u> 1900	<u>2000</u> 1800	<u>1700</u> 1600	<u>1200</u> 1100	<u>1200</u> 1100	<u>1000</u> 850	<u>900</u> —
Діаметр робочого колеса, мм	280	315	355	480	480	600	600
Діаметр патрубків:							
всмоктувального	65	125	150	200	250	300	350
нагнітального	50	100	125	150	200	250	300
Маса насоса, кг	220	520	565	960	1080	2500	2800

* Позначення типорозміру насосу включає діаметр нагнітального патрубку (у чисельнику) та діаметр робочого колеса (у знаменнику).

** Насос типорозміру 300/600 має лише виконання *LPN*.

*** У чисельнику — параметри насосів металевих виконання (*LPN*), у знаменнику — параметри гумованих насосів (*LPK*), які мають обмежену частоту обертання робочого колеса.

4.2 Суспензійні насоси

Суспензійні, або магнетито-шламові насоси призначені для перекачування води з великим вмістом зважених часток, що мають значні абразивні властивості. До цієї групи відносяться насоси типу *С* (суспензійні): *8С-8* та *10С-8*, та типу *МШ* (магнетито-шламові): *5МШ-1* та *8МШ-8*. Числове позначення: перше число — діаметр всмоктувального патрубку в дюймах, друге — коефіцієнт швидкохідності, зменшений у 10 разів і округлений. Насоси перекачують високоабразивні суспензії зі щільністю до 2200 кг/м^3 та з розміром твердих часток не більше ніж 20 мм — здрібнену руду на збагачувальних фабриках.

Насоси мають закрите робоче колесо та проточну частину, що виконані з матеріалу, особо стійкого до гідроабразивного зносу (сплав *И4Х28Н2*).

Насос *10С-8* — горизонтальний одноступінчатий, з консольним розташуванням робочого колеса 5 закритого типу і з осьовим підведенням рідини, рис. 38. На станині 15 закріплений спіральний корпус 6 з заднім бронецилиндром 8. Підвідний патрубок 1 кріпиться до кришки 3, що захищена від зносу бронецилиндром 4.

Робоче колесо 5 кріпиться на валу 14 за допомогою різьбового з'єднання. Задній диск колеса має отвори для розвантаження ротора від осьового зусилля. Робоче колесо 5, корпус 6, бронецилиндри 4 і 8 та кільця 2 і 7 виконані зі спеціального зносостійкого сплаву *И4Х28Н2*.

Ущільнення робочого колеса зі сторони всмоктування лабіринтне, утворюється ущільнювальним кільцем 2 та переднім диском робочого колеса 5. Ущільнення зі сторони нагнітання подвійне: лабіринтне й сальникове. Лабіринтне ущільнення утворюється кільцем 7 та виступом заднього диску робочого колеса 5; зазор регулюється за допомогою гвинтів 9. Сальникове ущільнення 11 виконане просоченим бавовняним набиванням та промивається чистою водою, що подається через штуцер 10 під тиском, що дорівнює близько 80% напору насосу. Вал 14 захищений зносостійкою втулкою.

Вал 14 спирається на передній радіальний сферичний роликопідшипник 13, що вільно рухається у стакані 12, та на здвоєний радіально упорний підшипник 16, що зафіксований у стакані 17 і сприймає радіальне та осьове навантаження.

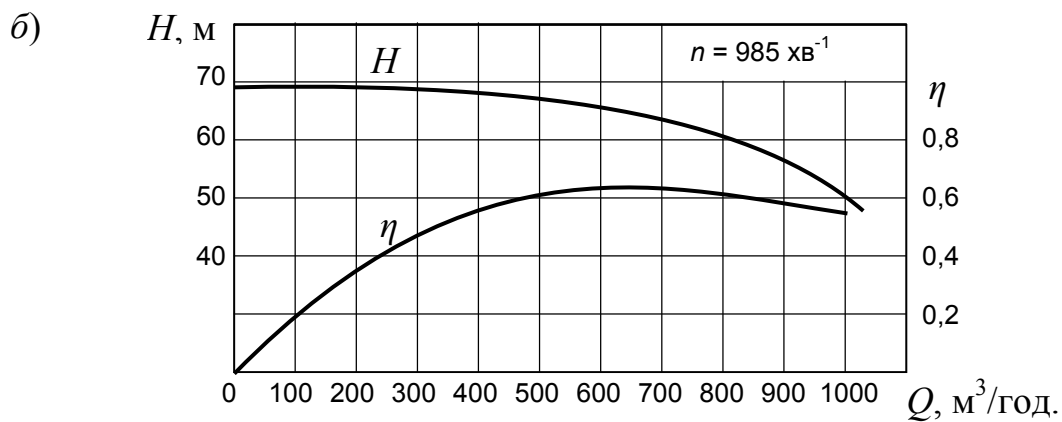
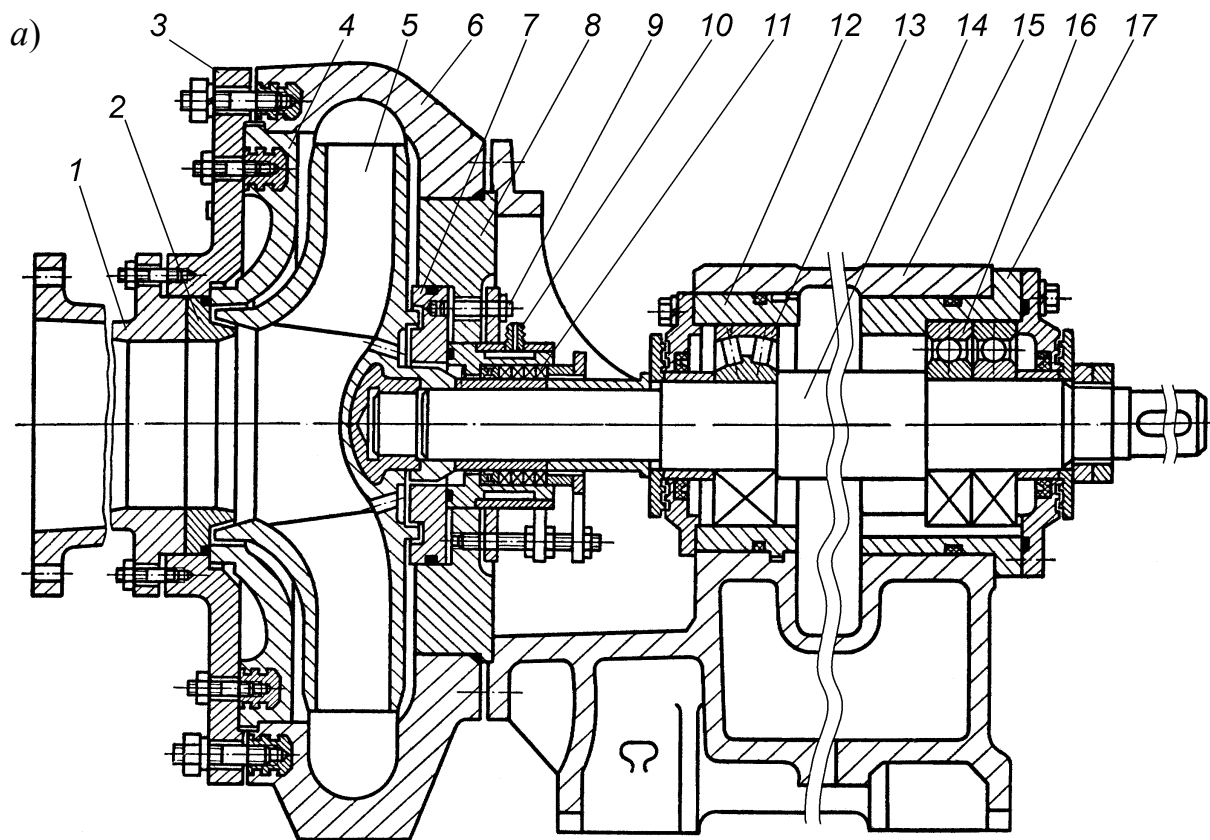


Рисунок 38 – Суспензійний насос 10С-8, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – підвідний патрубок; 2, 7 – ущільнювальні кільця; 3 – кришка; 4 – передній бронедиск; 5 – робоче колесо; 6 – корпус; 8 – задній бронедиск; 9 – регулювальні гвинти; 10 – штуцер підводу чистої води; 11 – сальник; 12, 17 – стакани; 13 – радіальний роликпідшипник; 14 – вал; 15 – станина; 16 – радіально-упорний шарикопідшипник

Таблиця 11 – Технічні характеристики суспензійних насосів

Найменування показників	Марка насосу			
	8С-8	10С-8	5МШ-1	8МШ-8
Подача, м ³ /год:				
номінальна	360	610	150	360
робочий діапазон	300...400	460...700	100...200	300...400
Тиск, МПа	0,42	0,66	0,33	0,36
Частота обертання, хв ⁻¹	985	985	1450	985
К.к.д. насоса	0,7	0,65	0,64	0,73
Потужність привода, кВт	65	170	22	50
Кавітаційний запас, м	—	5,8	6,9	—
Маса, кг	1357	1824	355	1192

4.3 Піскові та цементні насоси

Піскові насоси призначені для перекачування гідросумішей з великою абразивністю, що складені з невеликих за розмірами часток (піску, шлаку, золи та ін.). Ці насоси мають менші прохідні перетини робочих коліс, у порівнянні з іншими насосами для гідросумішей. Для боротьби зі зносом використовуються: завищення товщини лопаток та дисків робочого колеса та стінок корпусів, використання бронедисків, а на великих насосах — броневкладишів. Конструкція насосів забезпечує легкий доступ до деталей, що зношуються, та можливість їх швидкої заміни.

Відцентрові *піскові* насоси типу **НП** — одноступінчаті з робочим колесом однобічного входу, призначені для перекачування піску, зваженого у воді. Насоси мають подачу від 23 до 500 м³/год. при напорі від 6 до 30 м стовпа рідини.

Випускаються чотири розміри насосів **НП**: **2НП**, **4НП**, **6НП** і **8НП**. Букви і цифри, що складають марку насосів типу **НП**, наприклад **6НП** означають: **6** — діаметр напірного патрубку в мм, зменшений у 25 разів, **Н** — насос, **П** — пісковий.

Основні деталі насосів: спіральний корпус **1**, робоче колесо **2** і проміжний диск **3** виготовлені з вибіленого чавуна, станина **4** та опорний стакан **7** — чавунні, вал **8** і кріпильні деталі — сталеві, рис. 39.

Робоче колесо насосів **НП** — закрите нерозвантажене. Відмінність насосів даного типу — зворотне розташування робочого

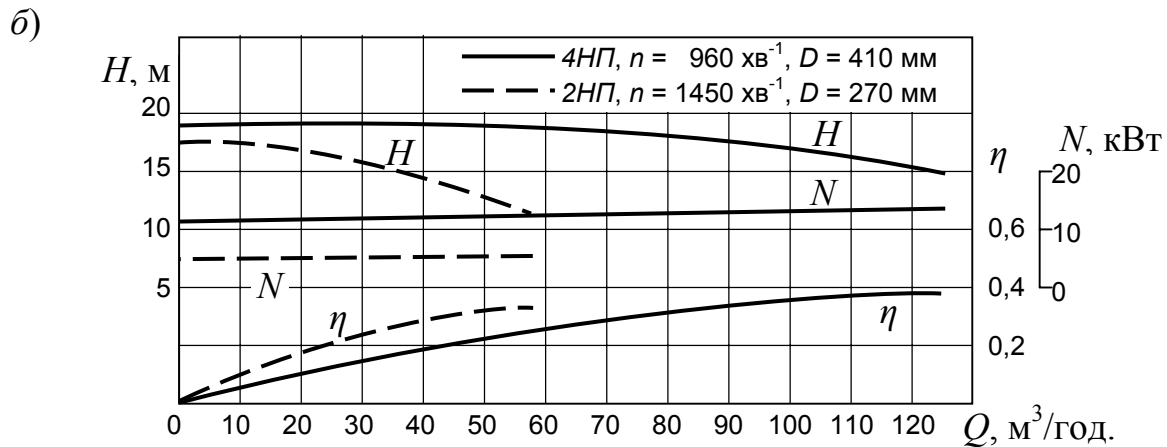
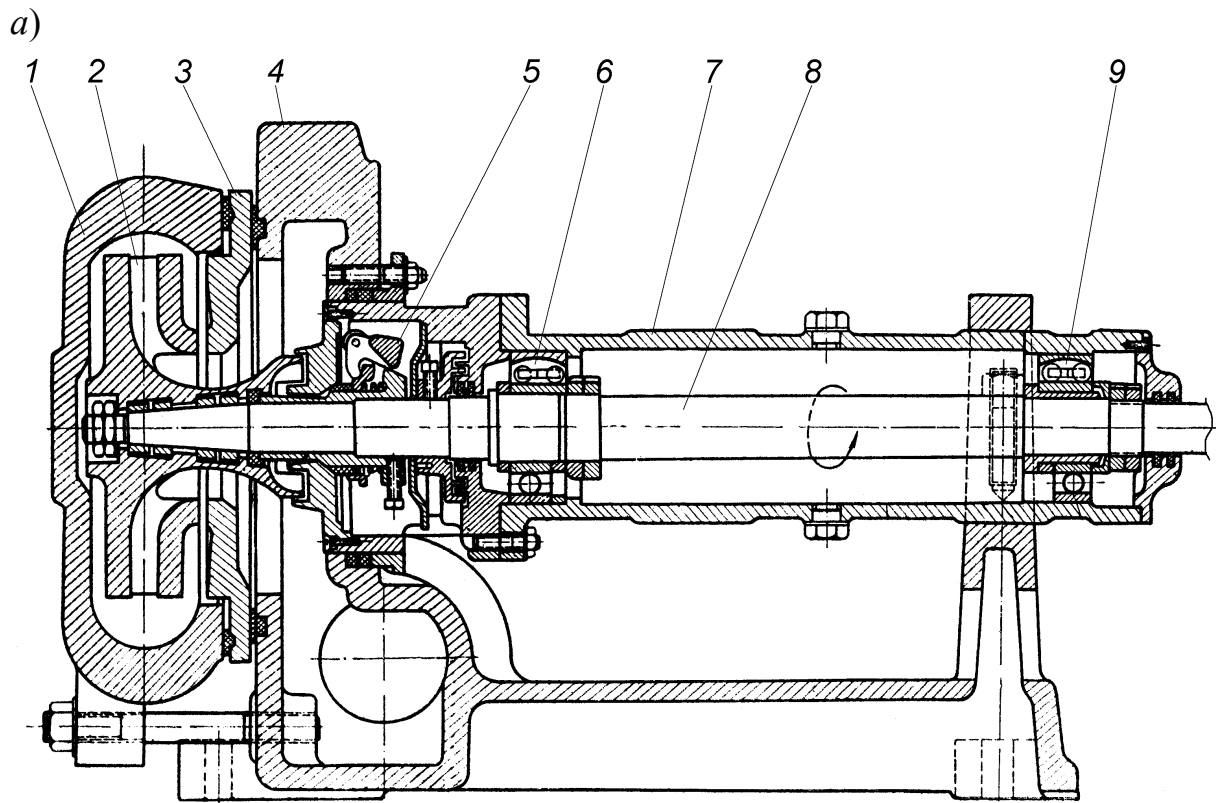


Рисунок 39 – Пісковий насос типу *HП*, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – спіральний корпус; 2 – робоче колесо; 3 – проміжний диск; 4 – станина; 5 – кулачковий механізм ущільнення; 6, 9 – передній та задній шарикопідшипники; 7 – стакан; 8 – вал;

колеса, вхідний отвір якого знаходиться з боку опори. Вхідний патрубок розташований горизонтально в нижній частині опорної станини 4, напірний патрубок відлитий за одне ціле з корпусом насоса 1 і спрямований вертикально нагору. Така конструкція полегшує доступ до швидкозношуваних деталей насоса — робочого колеса та проміжного диска. Корпус 1 на шпильках приєднаний до станини насоса та є швидкознімним.

Опорою вала служать радіальні (на малих насосах) або сферичні (на великих насосах) шарикопідшипники 6 і 9, розміщені в опорному стакані 7. Підшипники змазуються рідкою олією, що заливається в порожнину стакана. Осьова сила насосів *НП* сприймається шарикопідшипниками.

Насоси *НП* мають лабіринтне ущільнення вала, і тому повинні працювати з підпором. При обертанні вала кулачковий механізм 5 ущільнення, віджимаючи під дією відцентрової сили пружину, відводить замикаючу конічну гумову втулку, і приймальна порожнина через щілину, що утворюється, сполучається з атмосферою.

Запасними частинами насосів типу *НП* є робоче колесо і проміжний диск насоса.

Пісковий насос **6П-7** — одноступінчатий, відцентровий, консольного типу з робочим колесом однобічного входу, рис. 40.

Букви і цифри, що складають марку насоса, означають: 6 — діаметр вхідного патрубка в мм, зменшений у 25 разів, П — пісковий, 7 — коефіцієнт швидкохідності, зменшений у 10 разів і округлений. Насоси цього типу призначені для подачі абразивної гідросуміші і застосовуються під маркою **6П-7** у якості піскових, а під маркою **6Б-7** — у якості багерних насосів, тобто насосів для гідрозоловидалення. У останньому випадку вони мають збільшений прохідний перетин робочого колеса.

Насос забезпечує подачу рідини 320...470 м³/год. при напорі від 39,5 до 45 м стовпа рідини.

Основні деталі насоса: корпус 4, кришка корпуса 1 і опорна стійка 9 виготовлені з чавуна, робоче колесо 3 — із хромистої сталі, вал 10 — сталевий.

Вхідний патрубок насоса розташований горизонтально, напірний — спрямований вертикально уверх. Корпус, кришка і напірний патрубок захищені від швидкого зносу частками гідросуміші бронедиском 2 і броневкладишем 5 з литої сталі.

Робоче колесо — закрите, посаджено на вал на шпонці і закріплено на ньому упорним кільцем і болтами 7.

Сальник 6 насоса складається з корпуса, відлитого за одне ціле з корпусом насоса, кришки і м'якого просаленого бавовняного набивання. Для захисту сальника від влучання твердих часток у нього подається чиста вода під тиском.

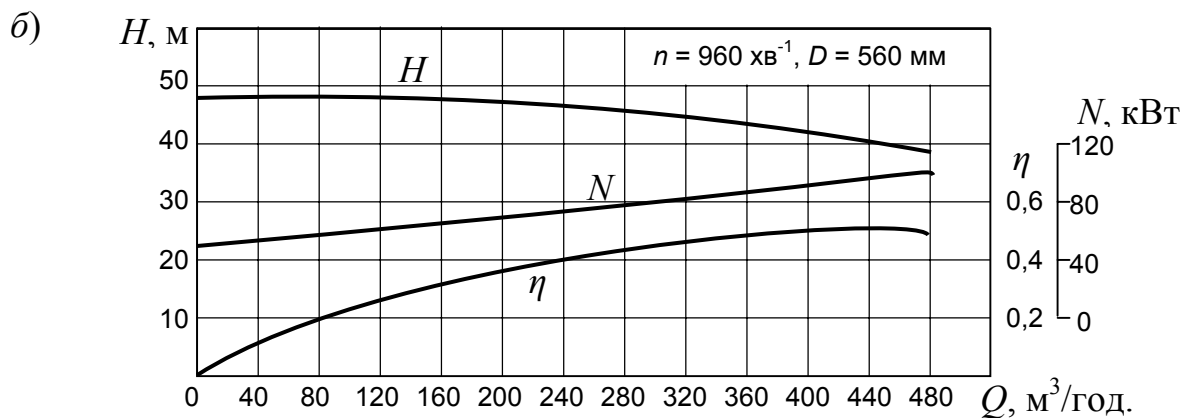
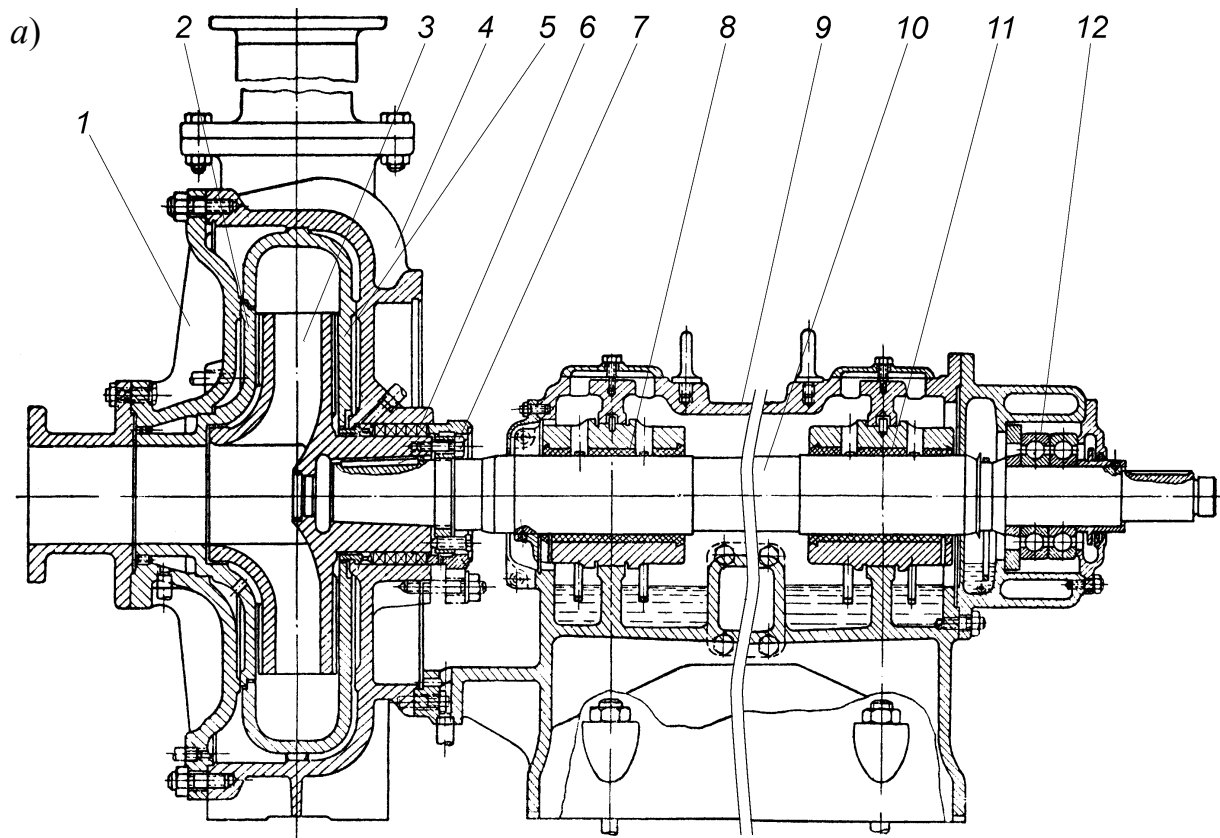


Рисунок 40 – Пісковий насос типу 6П-7, схематичний розріз (а) та робоча характеристика (б): 1 – кришка; 2 – бронедиск; 3 – робоче колесо; 4 – корпус; 5 – броневкладиш; 6 – сальник; 7 – упорне кільце; 8, 11 – радіальні підшипники ковзання; 9 – стійка; 10 – вал; 12 – радіально-упорні шарикопідшипники

Торцеві лопатки (імпелер) на зовнішній поверхні робочого колеса зменшують знос робочих органів насоса, тому що значно скорочують кількість гідромаси, що надходить у порожнину між бронедисками і дисками робочого колеса через отвори в корпусі і кришці насоса. Для цієї ж мети в порожнину між бронедисками і дисками робочого колеса підводиться чиста вода під тиском.

В опорній стійці 9 розміщені два підшипники ковзного тертя 8 та 11 із вкладишами, залитими бабітом і кільцевим змащенням. Осьова сила сприймається п'ятою, що складається з двох радіально-упорних шарикопідшипників.

Фірма *Sigma* (Чехія) випускає насоси серії *NC*, що знаходять застосування в промисловості виробництва будівельних матеріалів, особливо на цементних заводах, для технологічного транспорту сирого цементного шламу. Насоси можна застосовувати також для перекачування інших механічно забруднених рідин, наприклад, для подачі сирого мутного соку на цукрових заводах, для подачі вугільного шламу і т.п., максимальною температурою до 80 °С. Ваговий вміст твердих речовин у рідині, що перекачується, може досягати 60 %. Насоси *NC* відрізняється гарним доступом до робочого колеса без необхідності демонтажу і високою стійкістю матеріалу конструкції проти абразивних впливів подаваної суміші.

Насоси *NC* — горизонтальні, спіральні, одноступінчаті, рис. 41. Спіральний корпус 1 насоса з робочим колесом 3 виготовлені із твердого матеріалу. Шляхом простого демонтажу спірального корпусу здійснюється доступ до робочого колеса. Демонтаж полегшується підвісним пристроєм 6, до якого підвішують спіральний корпус і за допомогою якого він відсувається.

Робоче колесо 3 кріпиться на валу 13 гайкою 2 й ущільнюється на вхідній стороні змінюваним ущільнювальним кільцем 4 та вставкою 5. Вал 13 насоса встановлений у кронштейні 14 в двох радіальних шарикопідшипниках 12 і 17. У гідравлічній частині вал захищається змінюваною втулкою 8. Осьові зусилля ротора сприймаються упорним шарикопідшипником 11. Кронштейн 14 встановлений в стійці 16 з можливістю зсуву і фіксується настановним болтом 15. Це дає можливість регулювати зазор між робочим колесом 3 і ущільнювальним кільцем 4. Всмоктувальний корпус 7 оснащений двома протилежними бічними усмоктувальними патрубками, що дозволяє підключити всмоктувальний трубопровід на лівій чи правій стороні, відповідно до місцевих умов. Сальник 10 піддається лише тиску всмоктування і має гідравлічний затвор 9 для захисту від підсмоктування повітря, а також проти влучення усередину твердих часток.

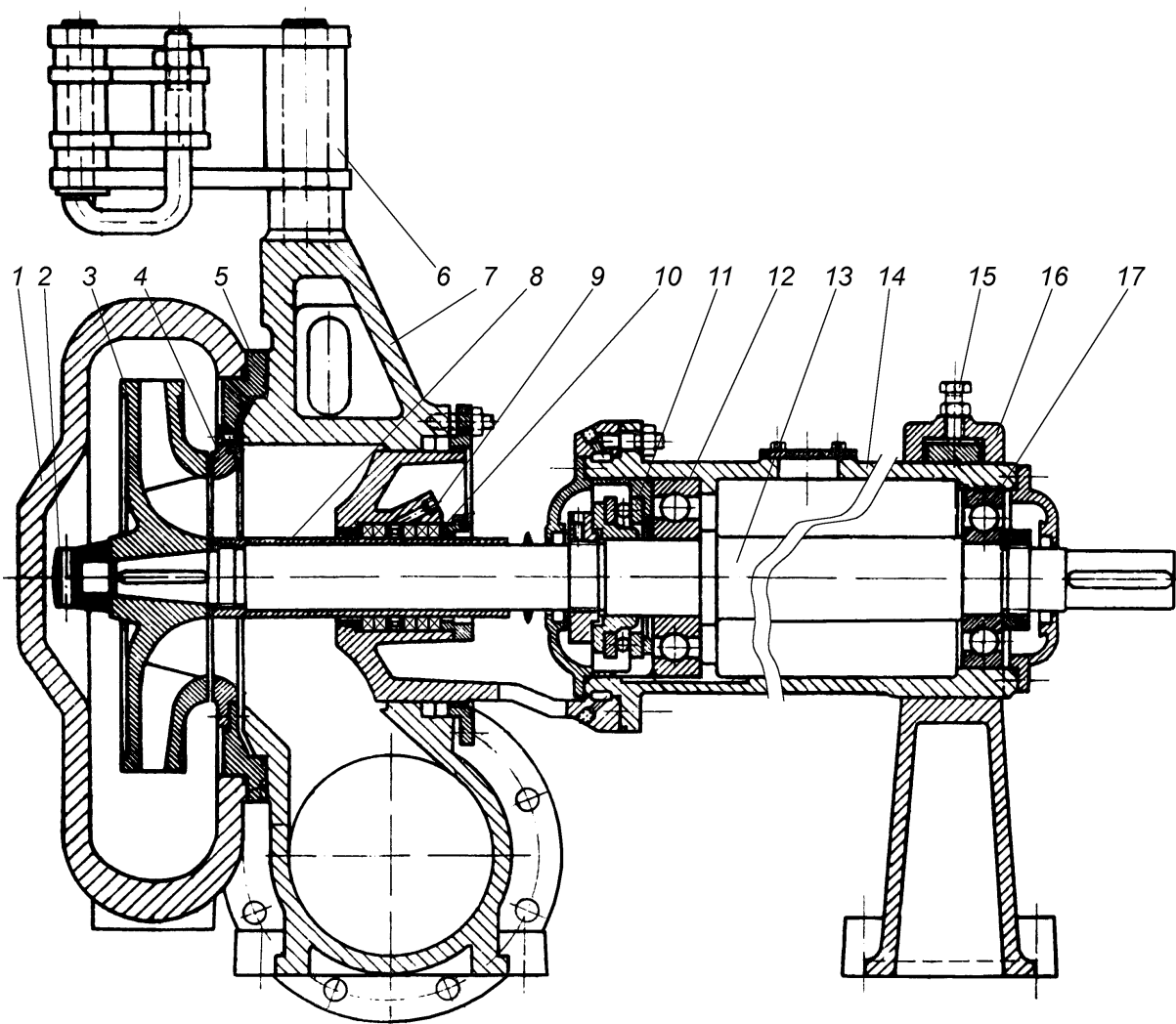


Рисунок 41 – Цементний насос типу *NC* фірми *Sigma* (Чехія): 1 – спіральний корпус; 2 – гайка; 3 – робоче колесо; 4 – ущільнювальне кільце; 5 – вставка; 6 – підвісний пристрій; 7 – усмоктувальний корпус; 8 – захисна втулка; 9 – гідравлічний затвор; 10 – сальник; 11 – упорний шарикопідшипник; 12, 17 – радіальні шарикопідшипники; 13 – вал; 14 – кронштейн; 15 – настановний болт; 16 – стійка

Таблиця 12 – Технічні характеристики цементних насосів типу *NC* фірми *Sigma* (Чехія)

Найменування показників	Тип насоса	
	<i>NC-100</i>	<i>NC-150</i>
Подача, м ³ /год	50	200
Тиск, МПа	0,65	0,4
Частота обертання валу, хв ⁻¹	1480	1480
Діаметр патрубків: всмоктувального	200	200
нагнітального	100	150
Максимальний розмір твердих часток, мм	15	10
Мінімальний підпір, м	0,4	0,4
Маса насоса, кг	710	895

4.4 Багерні насоси

Багерний насос **10Б-7** — відцентровий, одноступінчатий консольного типу з робочим колесом однобічного входу, призначений для гідрозоловидалення на теплових електростанціях, а також для подачі рідин з абразивними домішками, шлаком і т. п. При роботі на воді насос подає від 500 до 792 м³/год. при напорі 45 м вод. ст.

Букви і цифри, що складають марку насоса **10Б-7** означають: **10** — діаметр вхідного патрубку в мм, зменшений у 25 разів, **Б** — багерний, **7** — коефіцієнт швидкохідності, зменшений у 10 разів і округлений.

Конструктивно насос **10Б-7** подібний до насоса **6П-7**, див. рис.40. Корпус, кришка і консольна опора — чавунні, робоче колесо виготовлене з марганцевистої сталі і має збільшений прохідний перетин.

Корпус насоса захищений усередині від швидкого зносу броневклядишем з литої сталі. Торцеві лопатки на ободах колеса захищають сальник і ущільнення на вході в колесо від твердих часток гідромаси. В порожнину між бронею і кришкою насоса, а також у ґрундбоксу сальника подається чиста вода.

Конструкція радіальних підшипникових опор та п'яти аналогічна насосу **6П-7**.

Були розроблені і випущені насоси спеціальної конструкції, що охороняють робоче колесо від стирання шлаком — «*смерчові*» багерні насоси (рис. 42). У цього насоса відкрите робоче колесо 2 з радіальними ребрами. Таке колесо закручує потік, що надходить до внутрішньої порожнини корпусу 1 з осьового патрубка. Це призводить до виникнення відцентрової сили і підвищення напору при русі рідини від центра до стінок порожнини, звідки рідина поступає у напірний патрубок. В результаті обертання потоку частки шлаку віддаляються від лопат робочого колеса і тому знос його зменшується.

Корпус 1 насоса кріпиться до задньої кришки 3, а та — до станини 10. Робоче колесо 2 закріплене на валу 7 за допомогою гайки. Вал 7 спирається на радіальні сферичні роликпідшипники 5 і 9 та упорний шарикопідшипник 8, що розташовані у стакані 6. Сальник 4 захищений від влучання твердих часток подачею чистої води.

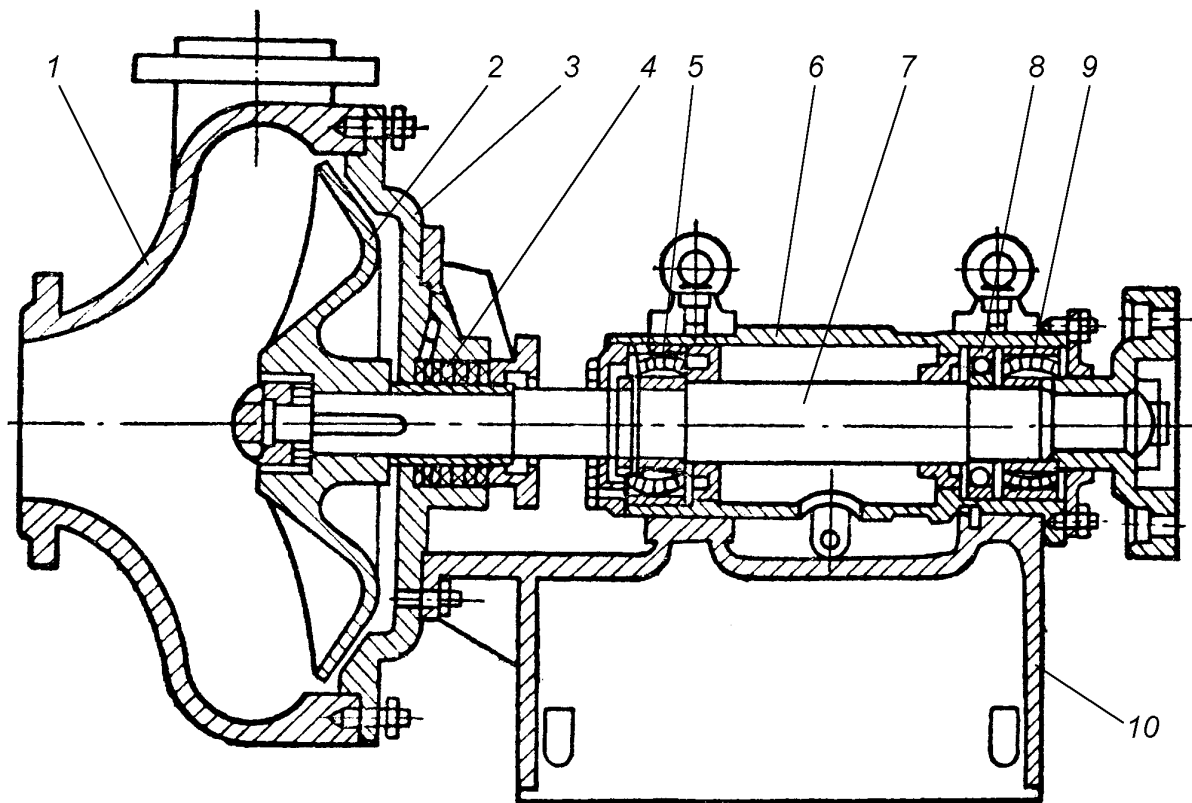


Рисунок 42 – «Смерчковий» насос: 1 – корпус; 2 – робоче колесо; 3 – задня кришка; 4 – сальник; 5, 9 – радіальні роликопідшипники; 6 – стакан; 7 – вал; 8 – радіально-упорний шарикопідшипник; 10 – станина

На електростанціях, де був застосований насос такого типу з напором 12 м.вод.ст. і продуктивністю $120 \text{ м}^3/\text{год.}$, знос робочого колеса і корпуса був значно меншим, ніж у звичайного багерного насоса. Але, унаслідок низьких параметрів, головним чином напору і низького к.к.д. (30...40%), «смерчові» багерні насоси не отримали широкого застосування.

Фірма *Sigma* (Чехія) випускає багерні насоси типу *NBA*, які призначені для гідравлічної подачі твердих абразивних матеріалів зернистістю до 50 мм у виді суспензії, зваженої у воді. Вони можуть подавати шлак, золу, пісок, щебінь, ґрунт і т.п. при максимальній температурі гідросуміші, що перекачується, $^{\circ}105 \text{ С}$ й щільності 1300 кг/м^3 .

Насоси *NBA*— відцентрові, одноступінчаті, спірального типу, рис. 43. У сталевому корпусі насоса, що має рознімання у вертикальній площині та складається з передньої 6 та задньої 7 частин, розташовані частини, що виготовлені зі зносостійкого матеріалу (із хромомолібденового лиття). Це всмоктувальна вставка 1, передній бронедиск 4, броневкладиш 8, робоче колесо 5 і ущільнювальне кільце 3.

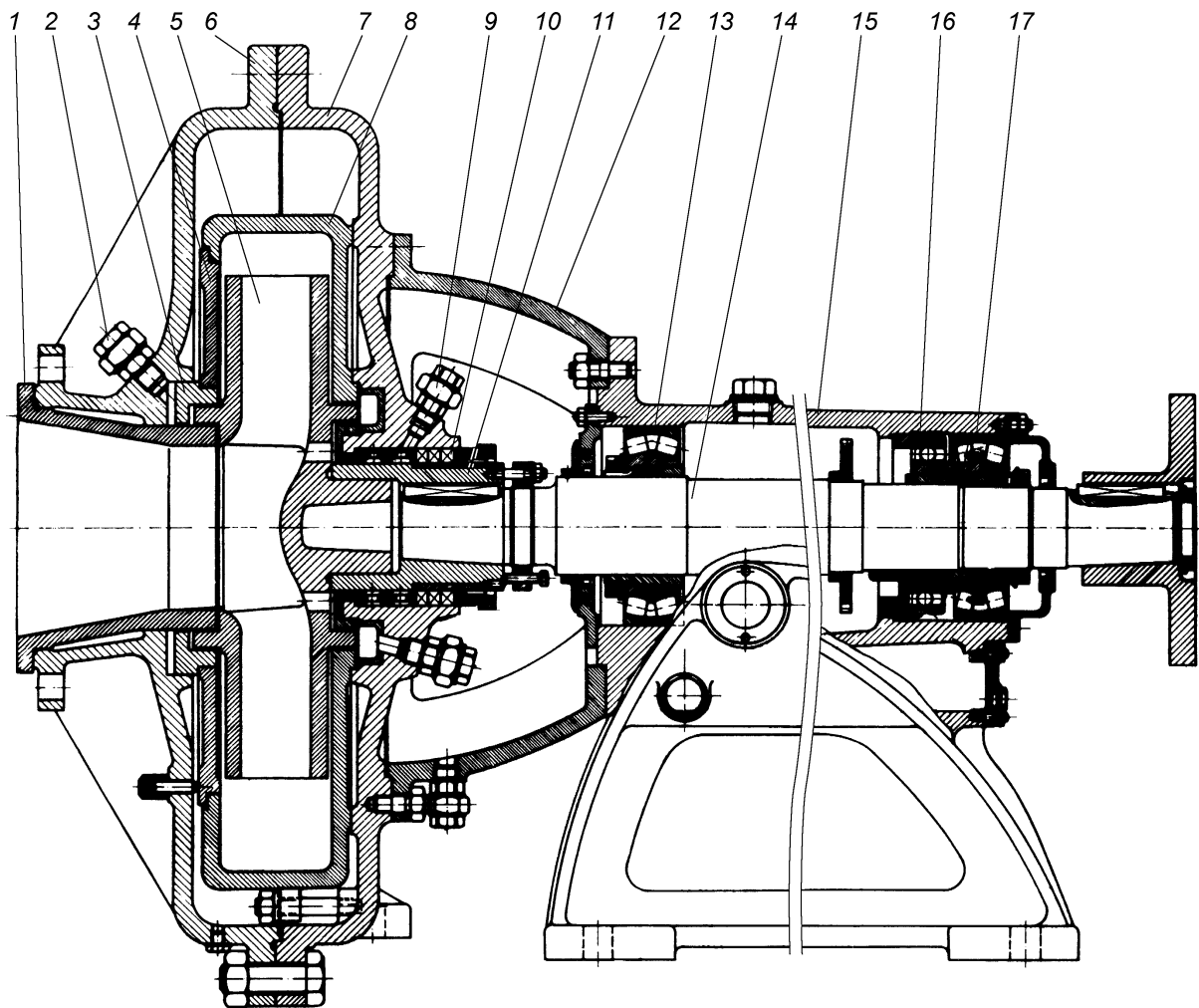


Рисунок 43 – Багерний насос типу *NVA* фірми *Sigma* (Чехія): 1 – всмоктувальна вставка; 2, 9 – штуцери подачі чистої води; 3 – ущільнювальне кільце; 4 – бронедиск; 5 – робоче колесо; 6, 7 – передня та задня половини корпусу; 8 – броневакладиш; 10 – сальник; 11 – надставка; 12 – ліхтар; 13, 17 – радіальні роликопідшипники; 14 – вал; 15 – кронштейн; 16 – упорний підшипник

Робоче колесо 5 з трьома лопатками, закритого типу, консольно прикріплене до конічної частини вала 14 за допомогою надставки 11, що надягнута на робоче колесо в нагрітому стані. У місці контакту з сальниковим ущільненням 10 маточина робочого колеса захищається змінюваною втулкою. Для зменшення осьового зусилля задній диск робочого колеса має отвори. Для захисту ущільнень через штуцери 2 та 9 подається чиста вода.

Корпус 7 насоса приєднано до кронштейну 15 за допомогою ліхтаря 12. Вал насоса спирається на роликопідшипники 13 і 17, розташовані у кронштейні 15, з охолодженням мастильною ванною. Залишок осьового зусилля сприймається упорним підшипником 16.

Таблиця 13 – Технічні характеристики багерних насосів типу *NBA* фірми *Sigma* (Чехія)

Найменування показників	Тип насоса		
	<i>200-NBA-560-75</i>	<i>250-NBA-460-75</i>	<i>250-NBA-580-80</i>
Подача, м ³ /год	480	720	840
Тиск, МПа	1,17	0,60	1,07
Частота обертання валу, хв ⁻¹	1485	1450	1480
Діаметр робочого колеса, мм	560	460	580
Діаметр патрубків:			
всмоктувального	200	250	250
нагнітального	200	250	250
Максимальний розмір твердих часток, мм	40	50	50
Витрата промивної води, м ³ /год	6...9	6...9	18...21
Маса насоса, кг	1500	1500	1510

5 Об'ємні насоси для забруднених рідин

На відміну від відцентрових насосів, які є гідродинамічними машинами, у насосах *об'ємного* типу перекачування рідини відбувається за рахунок примусової зміни об'єму порожнини, яка заповнюється рідиною. Об'ємний насос, незалежно від конструкції, має три основні елементи:

1. *Робоча камера* — порожнина у проточній частині насосу, яка заповнюється рідиною і об'єм якої змінюється.
2. *Витискувач* — елемент, рух якого змінює об'єм робочої камери.
3. *Розподільник* — пристрій, що служить для направлення потоку рідини зі всмоктувального патрубку до робочої камери або з робочої камери до нагнітального патрубка.

5.1 Принцип дії поршневого насоса

Поршневий насос *односторонньої дії* має наступні основні елементи, рис. 44 *a*: циліндр 4, поршень 8, шток поршня 9, робочу камеру 5, всмоктувальний патрубок 7, нагнітальний патрубок 2, всмоктувальний клапан 6, нагнітальний клапан 1, пневмокомпенсатор 3 та кривошипно-шатунний механізм 10, з'єднаний із двигуном.

При русі поршня 8 насоса зліва направо у робочій камері 5 утвориться розрядження, завдяки якому рідина піднімається по усмоктувальному патрубку 7, відкриває всмоктувальний клапан 6 і надходить у робочу камеру, заповнюючи простір, звільнений поршнем. При зворотному русі поршня тиск у робочій камері зростає, унаслідок чого всмоктувальний клапан закривається, а нагнітальний клапан 1 відкривається і рідина витискується в нагнітальний патрубок 2. Таким чином, за один оборот вала двигуна, що відповідає подвійному ходу поршня, у насосі відбувається один раз усмоктування й один раз нагнітання.

Недолік однопоршневого насоса *односторонньої дії* — його нерівномірна робота, рис. 45 *a*, — максимальна подача у 3,14 рази перевищує середню. При усмоктуванні рідина в мережу не надходить і двигун працює майже без навантаження. На початку циклу нагнітання відбувається різке зростання швидкості потоку рідини у нагнітальному трубопроводі, що через низьку стискальність рідини призводить до явища гідравлічного удару — тиск за насосом

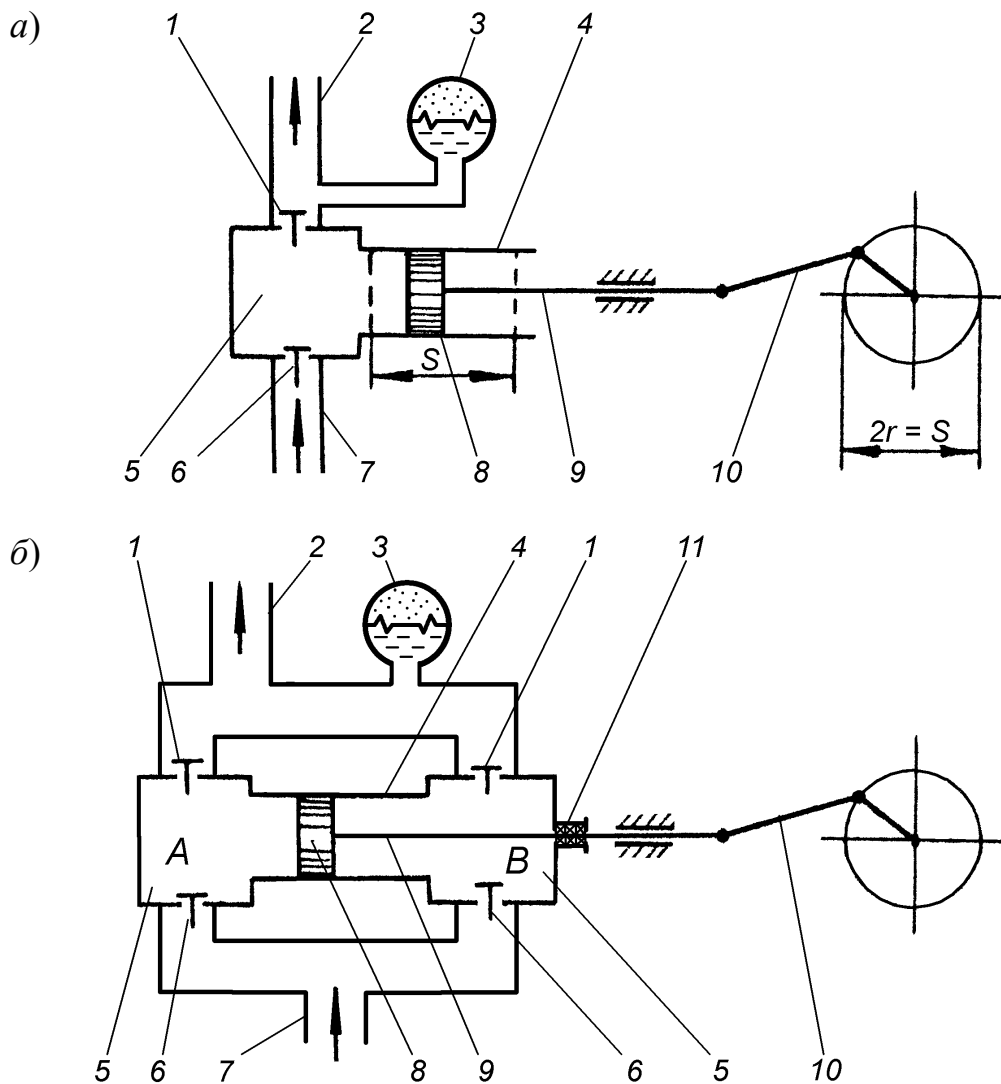


Рисунок 44 – Схема поршневого насоса односторонньої (а) та двосторонньої (б) дії: 1 – нагнітальний клапан; 2 – нагнітальний патрубок; 3 – пневмокомпенсатор; 4 – циліндр; 5 – робоча камера; 6 – всмоктувальний клапан; 7 – всмоктувальний патрубок; 8 – поршень; 9 – шток; 10 – кривошипно-шатунний механізм; 11 – сальник

стає значно вищим за середній. Така нерівномірність у роботі насоса приводить до його передчасного зносу. Для зменшення коливань тиску та подачі поршневих насосів використовується пневматичний компенсатор 3 — камера, розділена гнучкою мембраною на дві порожнини. Нижню з'єднує з напірним патрубком, а верхню заповнено стисненим газом, який амортизує коливання тиску та подачі.

Поршневий насос двосторонньої дії має дві робочі камери А і В, два усмоктувальних і два нагнітальних клапани, рис. 44 б. При русі поршня 8 зліва направо рідина під дією розрядження, що утвориться, надходить з усмоктувального патрубку 7 у камеру

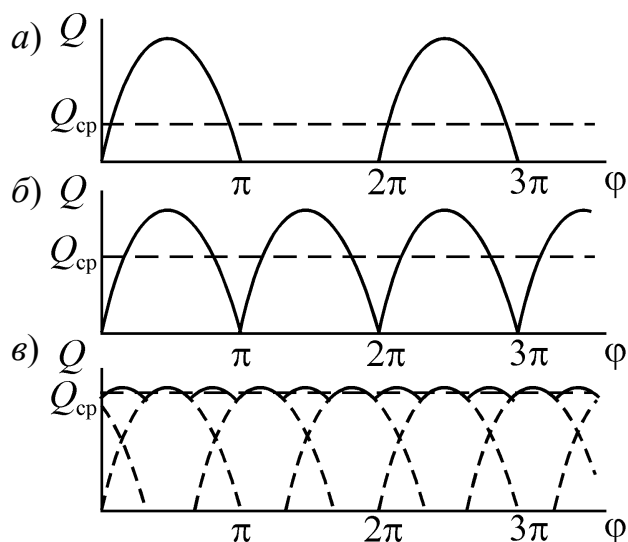


Рисунок 45 – Графіки подачі одноциліндрових насосів односторонньої (а) та двосторонньої (б) дії, та трьохциліндрового насосу (в) у залежності від кута обертання валу φ

гуна, рис. 45 б, — максимальна подача перевищує середню у 1,57 рази.

Трьюхпоршневий насос являє собою з'єднання трьох насосів односторонньої дії, що приводяться в рух від загального колінчатого вала, кривошипи якого зміщені один від одного на 120° . Такі насоси мають значно більшу рівномірність роботи, ніж насоси однопоршневі одно- та двосторонньої дії — максимальна подача перевищує середню лише у 1,047 рази, рис. 45 в. Потужність двигуна в них використовується більш ефективно, а подача рідини здійснюється майже безупинним потоком. Недолік трьюхпоршневих насосів — їхня громіздкість і мала надійність при роботі на абразивних гідросумішах.

У порівнянні з відцентровими, поршневі насоси мають такі *переваги*: можливість створення значного тиску при невеликій подачі; жорстка характеристика — з ростом тиску подача насоса залишається практично незмінною; здатність самосвмоктування — насоси не потребують заливання перед пуском.

Недолік таких насосів — значна складність конструкції, особливо багатопоршневих насосів, наявність понижуючої передачі та кривошипно-шатунного механізму, клапанів, що зумовлює нижчу надійність насосів, значні габарити і масу, вібрацію при роботі, ускладнює обслуговування та захист від абразивного зносу при транспортуванні гідросумішей. Крім того, недоліком є

А, одночасно з камери В рідина витискується у нагнітальний патрубок 2. При зворотному ході поршня в камері В буде відбуватися усмоктування, а в камері А нагнітання. Оскільки шток насоса двосторонньої дії проходить крізь робочу камеру, для його ущільнення необхідний сальник 11.

У насосі двосторонньої дії за один оборот вала двигуна відбувається 2 рази усмоктування і 2 рази нагнітання. Це в значній мірі підвищує рівномірність роботи насоса і дви-

нерівномірність подачі та її обмеження — найпотужніші поршневі насоси мають подачу 200...250 м³/год при масі в 25 ... 45 тонн.

У табл. 14 надано параметри деяких поршневих насосів для забруднених рідин та гідросумішей: бурових насосів УНБ-600 та УНТБ-950 виробництва ВО “Уралмаш”, ТРК 10½×20” фірми “Вірт” та 355 HSS-3 фірми “Інгерсолл-Ренд”.

Таблиця 14 – Технічні характеристики поршневих насосів

Найменування показників	Марка насоса			
	УНБ-600	УНТБ-950	ТРК10½×20”	355 HSS-3
Потужність, кВт	600	950	744	700
Подача, м ³ /год	150	165	250	250
Тиск, МПа	8	19	10	10
Кількість поршнів	2	3	3	3
Тип поршня	двосторонньої дії	односторонньої дії	односторонньої дії	односторонньої дії
Діаметр поршня, мм	180	180	258	270
Хід поршня, мм	400	600	508	355
Частота подвійних ходів поршня, хв ⁻¹	65	62,5	53	80
Маса насоса, кг	25 450	25 500	45 000	—

5.2 Особливості виконання елементів гідравлічної частини

Циліндри і корпуси. Основним матеріалом для виготовлення циліндрів служить чавун для низько- та середньонапірних насосів і лита чи кована сталь — для високонапірних. Циліндри можуть бути виконані як окремо, так і в загальному блоці. Циліндр повинен мати форму, яка б не допускала утворення повітряних порожнин, тому нагнітальні клапани встановлюються зверху, щоб повітря, що потрапило в насос, завжди ішло через нагнітальний клапан при циклі нагнітання.

Поршні. В основному поршні виготовляються збірні з декількох деталей. Для забезпечення щільності посадки і полегшення зйомки поршня при розбиранні насоса передбачене конусне з’єднання поршня зі штоком.

Для створення герметичності між стінкою циліндра і поршнем використовують *уцільнення*, що встановлюють на поршні.

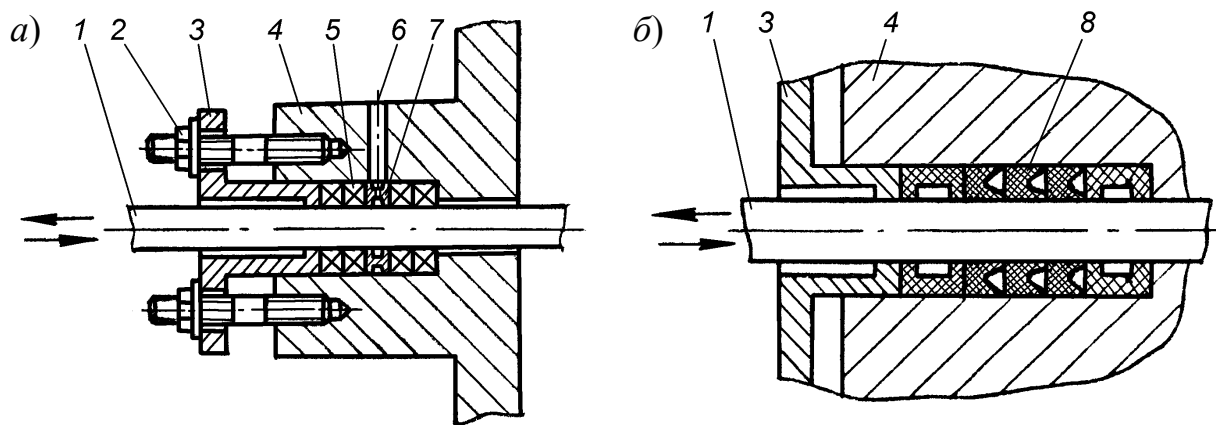


Рисунок 46 – Конструкція сальників з м'яким набиванням (а) та з манжетним ущільненням (б): 1 – шток поршня; 2 – шпилька з гайкою; 3 – натискний стакан; 4 – сальникова коробка; 5 – сальникове набивання; 6 – отвір гідравлічного затвору; 7 – водорозподільне кільце; 8 – гумова манжета

Як ущільнювальний елемент застосовують кільця з чавуну, ебоніту, текстоліту, гуми та гумотканини; використовують також манжетні ущільнення зі шкіри, гуми, гумотканини.

Поршні насажують на поршневі *штоки*, що виготовляють звичайно з нержавіючих або конструкційних сталей.

Сальники. Для запобігання витоку рідини з насоса і влучення в нього повітря у місті проходу штоків через корпус насоса застосовують сальники. На відміну від сальників відцентрових насосів, які ущільнюють вал, що обертається, шток робить зворотно-поступові рухи. Крім того, сальники поршневих насосів мають витримувати значно більший тиск, який у деяких насосів становить кілька десятків мегапаскалів.

У залежності від тиску і температури середовища, що перекачується, використовують сальникові набивання з бавовняних тканин, шкіряних манжет, м'якого металу. На рис. 46 а зображений сальник з м'яким набиванням 5, що складається в нього кільцями. Затягуючи сальник натискним стаканом 3, одержують необхідне ущільнення. У насосах, що перекачують абразивні суміші, застосовують сальники з гідравлічними затворами, що не дозволяють гідросуміші проникати в сальник. Через отвір 6 та водорозподільне кільце 7 з радіальними отворами в сальник підводиться чиста вода з тиском більш високим, ніж максимальний тиск в робочій камері. Вода, рухаючись через сальник до робочої камери, запобігає влучанню в нього твердих часток.

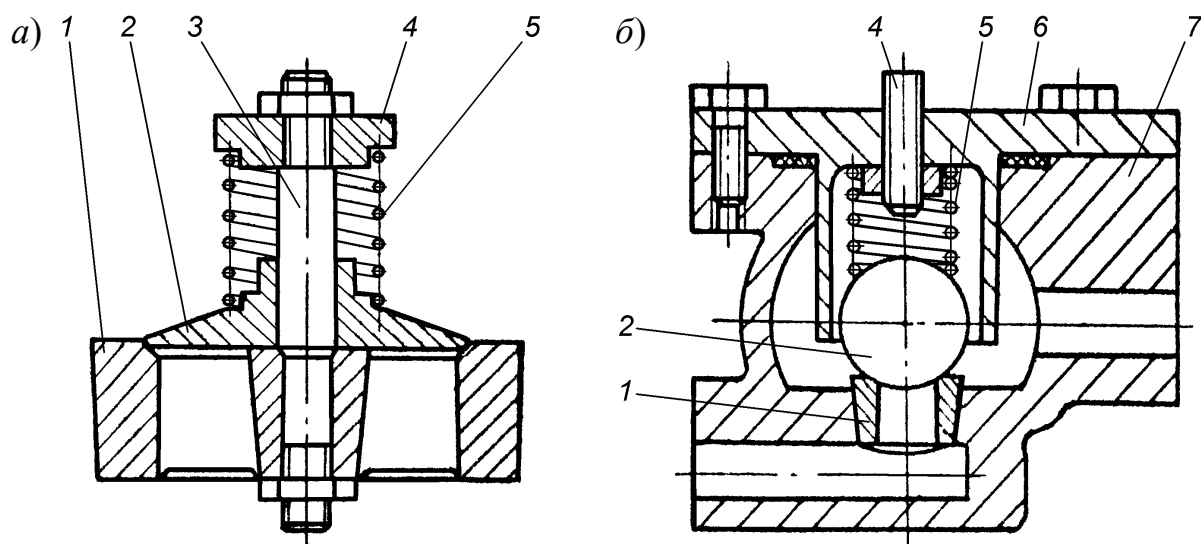


Рисунок 47 – Конструкція тарілчастого (а) та шарового (б) клапанів:
 1 – сідло; 2 – запірний елемент (тарілка або шар); 3 – стрижень, що на-
 правляє; 4 – обмежник ходу; 5 – пружина; 6 – кришка; 7 – корпус

У високонапірних поршневих насосах застосовують сальники з П-образними гумовими манжетними ущільненнями, які витримують дуже високий тиск, рис. 46 б.

Клапани служать для з'єднання робочої камери насоса з усмоктувальною або нагнітальною магістралями, в залежності від тиску в камері. Найбільше поширення в поршневих насосах одержали піднімальні клапани з пружинним навантаженням. Відкриття клапана відбувається під дією тиску рідини, а закриття — під дією пружини і ваги запірного елемента.

У великих поршневих насосах найчастіше застосовуються *тарілчасті клапани*, рис. 47 а. Основними деталями клапана є сідло 1, запірний елемент — клапанна тарілка 2, стрижень, що направляє 3, який часто виконується заодно з тарілкою, і пружина 5. Іноді застосовують неметалічні клапани. Для виготовлення тарілок неметалічних клапанів застосовуються пластичні матеріали — гума, шкіра, пластмаси в залежності від умов роботи, створюваного насосом тиску і рідини, що перекачується. Неметалічний клапан простий у виготовленні й експлуатації.

Для перекачування абразивних пульп у ряді конструкцій використовують *кульові клапани*, рис. 47 б, які простіші за конструкцією, дешевші та надійніші у експлуатації. Однак, ці клапани мають значно більші габарити, ніж тарілчасті, й використовуються лише у насосах з невеликою подачею.

Кожен поршневий насос крім робочих клапанів забезпечується *запобіжним клапаном*. Поршневий насос характеризується жорсткою напірною характеристикою, тому у випадку перекриття напірного трубопроводу тиск різко зростає і можливий розрив трубопроводу або корпусу насоса. Запобіжний клапан при перевищенні тиску понад граничний автоматично відкривається і перепускає рідину з нагнітальної порожнини насоса в усмоктувальну.

Запобіжні клапани в насосних установках мають конструкцію, східну з описаними вище, але пружина у таких клапанах має значно більшу жорсткість і утримує клапан у закритому положенні при нормальному тиску.

Пневмокомпенсатори. У циліндрі поршневого насоса в період усмоктування і нагнітання може сильно коливатися тиск. Головна причина цих коливань — сили інерції рідкого стовпа в усмоктувальному і нагнітальному трубопроводах, які виникають через нерівномірну подачу насоса. Щоб зменшити вплив цих сил, практично усі високопродуктивні насоси забезпечуються гасителями коливань — *пневмокомпенсаторами*.

У залежності від потреби пневмокомпенсатори встановлюють у безпосередній близькості від насоса як на нагнітальному, так і на усмоктувальному трубопроводах. Вони називається відповідно нагнітальний і усмоктувальний.

Пневмокомпенсатор складається з корпусу 4 і кришки 3, між якими зажимається гумова діафрагма 6. Пневмокомпенсатор кріпиться до фланця 8 через змінне сідло 7 за допомогою шпильок 9. Фланець через трійник з'єднується з нагнітальним або всмоктувальним патрубком насоса. У діафрагмі завулканізований металевий сердечник, на якому встановлюється стабілізатор 5, призначений для центрування діафрагми в момент опускання її на сідло при зупинці насоса і перед його запуском. На кришці пневмокомпенсатора встановлюється вентиль 1, який служить для накачування газу в пневмокомпенсатор, і манометр 2 — для перевірки тиску.

При роботі насоса рідина, проходячи через трійник під тиском, більшим, ніж тиск газу в пневмокомпенсаторі, віджимає гумову діафрагму від сідла і попадає в нижню частину корпусу, стискаючи газ доти, доки його тиск не буде дорівнювати тиску рідини. Якщо ж тиск у трубопроводі зменшиться, газ розширить-

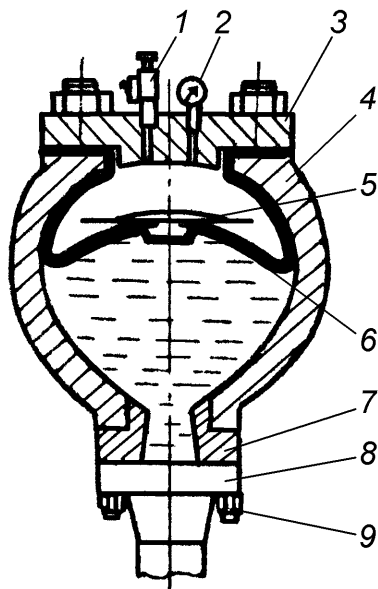


Рисунок 48 – Пневмокомпенсатор:

1 – вентиль; 2 – манометр; 3 – кришка;
4 – корпус; 5 – стабілізатор; 6 – гумова
діафрагма; 7 – сідло; 8 – фланець;
9 – шпильки

ся і виштовхне частину рідини у трубопровід. У моменти, коли миттєва подача насоса стає менше середньої, рідина з пневмокомпенсатора подається в нагнітальний трубопровід за рахунок розширення газу, а при збільшенні подачі насоса понад середню відбувається навпаки — поглинання рідини з нагнітального трубопроводу за рахунок стиснення газу над діафрагмою. У такий спосіб вирівнюється нерівномірність подачі насоса.

5.3 Будова поршневого бурового насоса УНБ-600

Поршневий двоциліндровий буровий насос горизонтального типу УНБ-600 призначений для подачі в свердловину суміші води з глиною у максимальній кількості 150 м³/год та з максимальним тиском 10 МПа, див. табл. 14. У позначенні: У — виробництва ПО “Уралмаш”; Н — насос; Б — буровий; зі споживаною потужністю 600 кВт.

За своїм функціональним призначенням насос поділяється на наступні складові частини, рис. 49: гідравлічну (циліндри, поршні, робочі камери, всмоктувальні та нагнітальні клапани, колектори), приводну (станина, кривошипно-шатунний механізм, трансмісійний вал), систему змащення й охолодження штоків, раму 1, пневмокомпенсатор 8 і шків 12.

Приводна частина насоса призначена для перетворення обертального руху вала в зворотно-поступальний рух поршнів.

Приводна частина насоса складається з литої чавунної станини 15, трансмісійного 13 і колінчатого 14 валів, шатунів 11 і крейцкопфів 10. На трансмісійному валу 13 закріплений шків 12, який приводиться у обертання електродвигуном через клиноре-

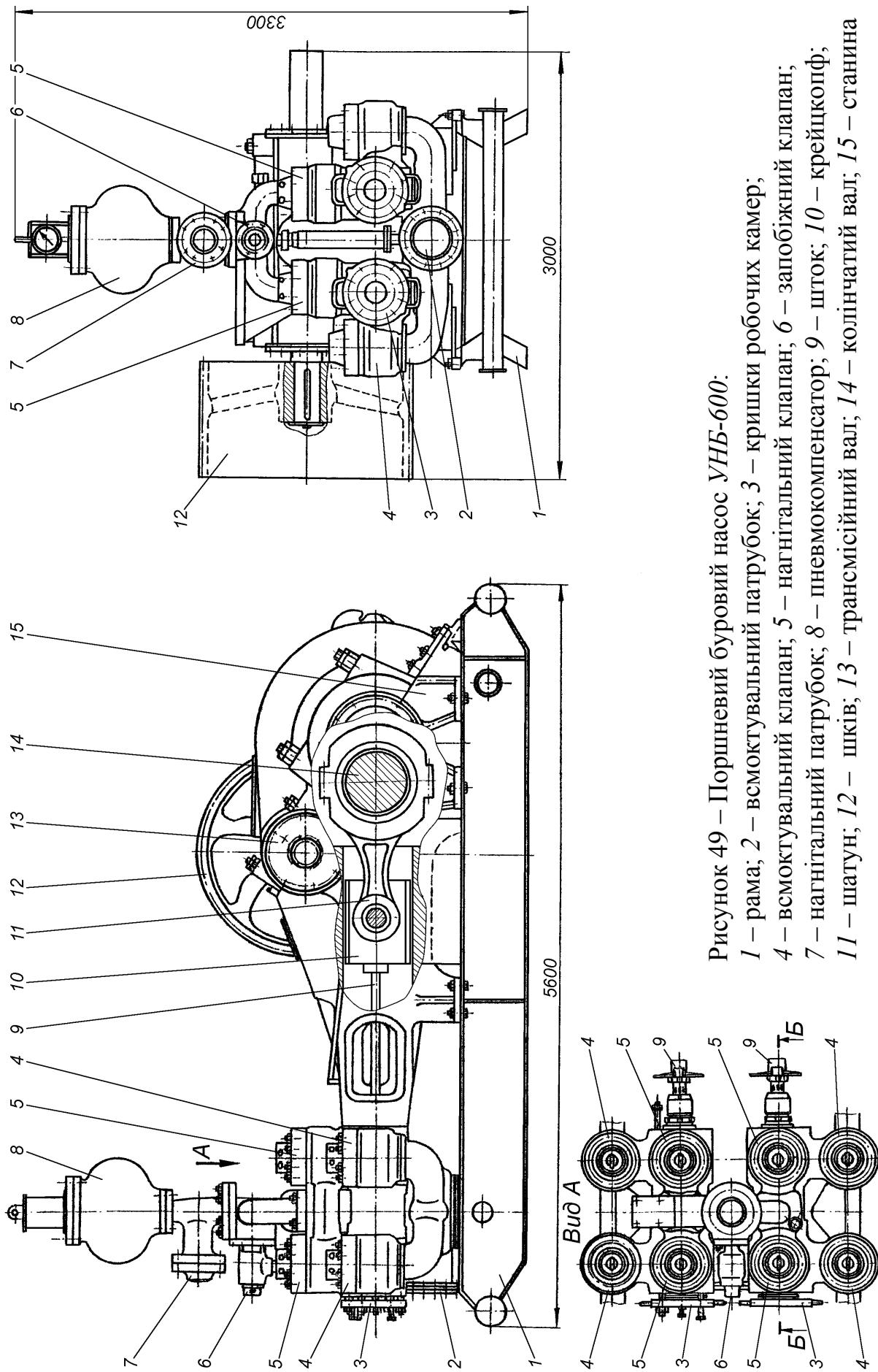


Рисунок 49 – Поршневий буровий насос УНБ-600:

1 – рама; 2 – всмоктувальний патрубок; 3 – кришки робочих камер;

4 – всмоктувальний клапан; 5 – нагнітальний клапан; 6 – запобіжний клапан;

7 – нагнітальний патрубок; 8 – пневмокомпенсатор; 9 – шток; 10 – кривокопф;

11 – шатун; 12 – шків; 13 – трансмісійний вал; 14 – колінчатий вал; 15 – станина

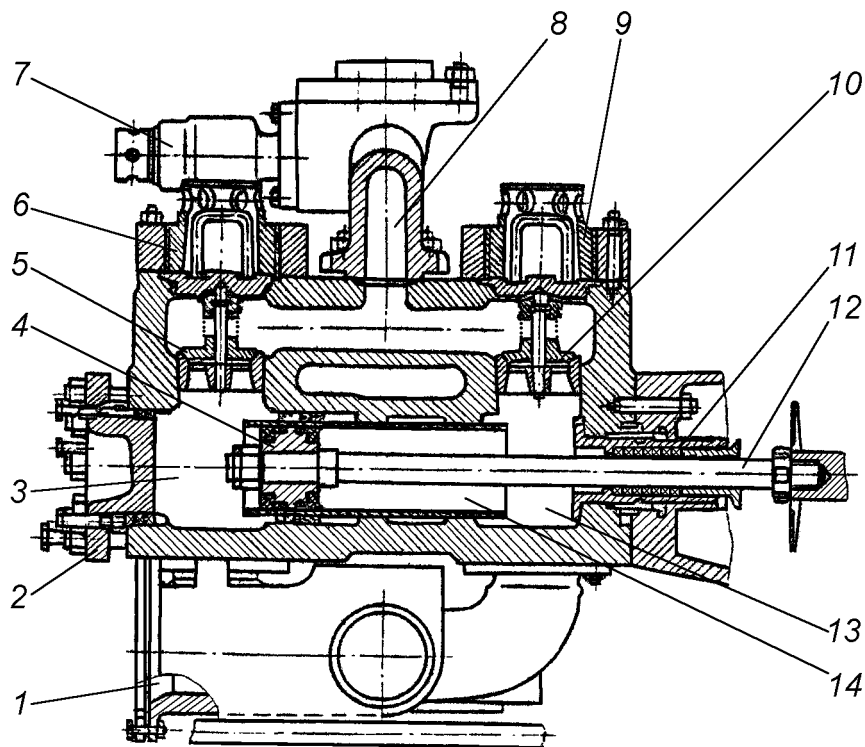


Рисунок 50 – Гідравлічна частина насосу УНБ-600 (перетин Б-Б, рис. 49): 1 – всмоктувальний патрубок; 2 – кришка робочої камери; 3, 13 – передня та задня робочі камери; 4 – поршень; 5, 10 – нагнітальні клапани передньої та задньої камер; 6, 9 – кришки нагнітальних клапанів; 7 – запобіжний клапан; 8 – нагнітальний колектор; 11 – сальник; 12 – шток; 14 – гільза циліндра

мінну передачу. Колінчатий вал 14 з'єднаний з трансмісійним через пару зубчастих коліс, яка понижує частоту обертання до 65 об/хв.

Колінчатий вал 14 має два ексцентричні коліна, розвернуті одне від одного на кут 90° , що забезпечує рівномірну подачу насосу завдяки попереми́нній роботі поршнів. Шатуни 11, що своїми голівками з'єднані з колінами колінчатого вала, приводять у зворотно-поступовий рух крейцкопфи 10 — деталі, що ковзають у напрямних, і до яких приєднано штоки 9. Ексцентриситет колін колінчатого вала складає 200 мм, що забезпечує хід поршнів, який дорівнює 400 мм. Змащення пар тертя шатунів по шийках колінчатого вала та крейцкопфів по напрямним — примусове, від спеціального насосу.

Гідравлічна частина насосу, рис. 50, складається з двох литих гідрокоробок, кожна з яких має дві порожнини — робочу і порожнину нагнітання. У робочій порожнині встановлена гільза 14, у якій рухається поршень 4. Поршень розділяє порожнину на

дві робочі камери: передню 3 та задню 13, які відокремлено від порожнини нагнітання тарілчастими клапанами 5 та 10. Швидкоз'ємні кришки 6 та 9 дозволяють легко замінити зношені клапани.

Ущільнення поршнів здійснюється гумовими манжетами, що самоущільнюються під дією тиску рідини. У насосі передбачено можливість встановлення гільз і поршнів різного діаметру для регулювання подачі насосу. Максимальний діаметр дорівнює 200 мм. Передня робоча камера закрита кришкою 2. Задня робоча камера має сальник 11 з бавовняним набиванням для ущільнення місця виходу штока 12.

Понизу гідрокоробок знаходиться всмоктувальний патрубок 1, з'єднаний з прийомною коробкою, у якій встановлено чотири всмоктувальні клапани, за конструкцією аналогічні нагнітальним, див. рис. 49. Вхідні отвори у робочих камерах знаходяться збоку і на рис. 50 не показані.

Нагнітальні порожнини обох гідрокоробок з'єднані між собою зверху колектором 8, на якому встановлюється запобіжний клапан 7 і сферичний пневмокомпенсатор. Усередині корпуса запобіжного клапана встановлена латунна мембрана товщиною 0,6...0,1 мм (залежно від робочого тиску в системі), яка зрізується при перевищенні робочого тиску, і вода з нагнітального колектора скидається до прийомної коробки. Пневмокомпенсатор ПК-70-25 призначений для зменшення коливань тиску, має конструкцію, яку показано на рис. 48. З колектору вода поступає у нагнітальний патрубок і далі — у трубопровід.

Рама — зварена. На ній болтами кріпляться гідравлічна і приводна частини. На рамі змонтована система змащення й охолодження штоків поршня. Система складається з бака, відцентрового електронасоса ПА-45, закритого ковпаком, і трубопроводу. Олія циркулює у замкнутому циклі. Для підігрівання олії узимку в картер станини насоса вмонтований колектор, через який пропускають пару чи гарячу воду.

5.4 Поршневі насоси з розділювальними пристроями

Поршневі насоси, подібні до описаного вище, здатні перекачувати суміш води з низькоабразивними матеріалами, наприклад, глиною. У першу чергу, це пов'язано зі складнощами захисту від абразивного зносу таких елементів гідравлічної частини

насосу, як ущільнення поршнів та клапани. Для гідротранспорту більш абразивних матеріалів застосовуються спеціальні об'ємні насоси — плунжерні з промиванням або поршневі з розділовим пристроєм. Критерієм для раціонального використання насоса є головним чином абразивність середовища, що перекачується, робочий тиск і величина твердих часток.

Найбільш розповсюджені і добре зарекомендували себе останнім часом при перекачуванні абразивних матеріалів двох- і трициліндрові *мембранно-поршневі насоси*. Вони застосовуються для гідротранспорту залізної руди, міді, бокситів, глиняних розчинів, піску. При цьому середовище, що транспортується, відокремлюється механічною мембраною і проміжним середовищем від зіткнення з поршнями й ущільненнями, тобто поршні, поршневі штоки і циліндрові втулки захищені від швидкого зносу, а в потоці пульпи залишаються тільки клапани.

Звичайно ці насоси бувають дуплексні (двопоршневі двосторонньої дії) і триплексні (трипоршневі). Конструктивно схеми гідроблоків мембранного дуплексного і триплексного насосів однакові, рис. 51 *а* і *б*. Зворотно-поступальний рух, чинений поршнем *11*, передається на розділювальне середовище (звичайно це олія), яке у свою чергу змушує рухатися мембрану *б*. Еластична мембрана *б* надає руху пульпі, що знаходиться в робочій порожнині *7* між усмоктувальним *8* та нагнітальним *1* клапанами. У такий спосіб пульпа переміщається з усмоктувальної магістралі *9* в нагнітальну *1*. Контроль кількості розділювального середовища в порожнині *4* здійснюється за допомогою датчиків положення мембрани *5*.

Недоліки поршневих насосів з розділювальними мембранами — ускладнення конструкції й обслуговування насоса, поява нового елемента, що зношується — мембрани, збільшення маси і габаритних розмірів насоса.

Найбільш поширеними нині є мембранно-поршневі насоси фірм “Гехо” (Голландія) і “Вірт” (Германія). Фірма “Гехо” випускає мембранні двопоршневі насоси двосторонньої дії серії *ZPM*, табл.15.

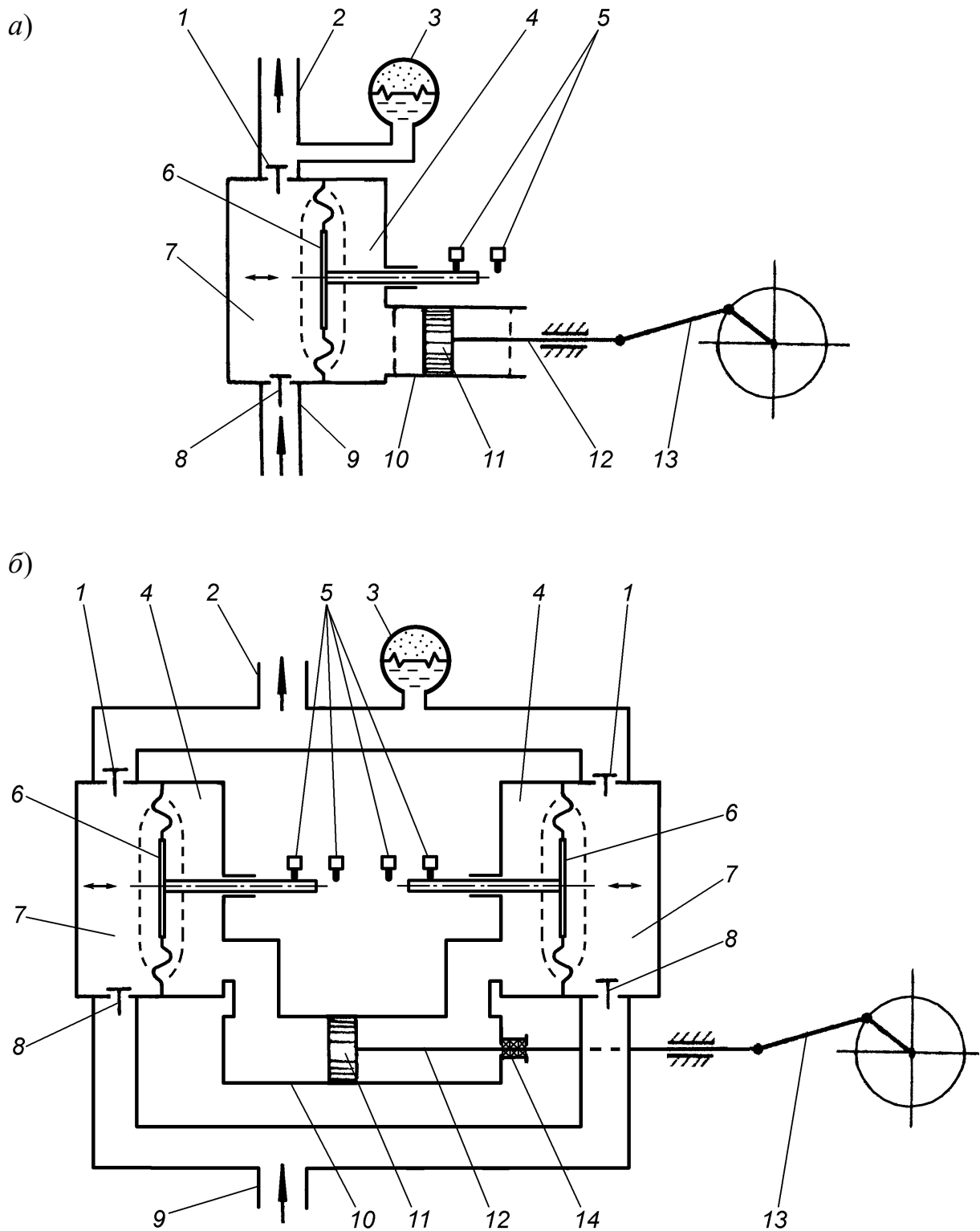


Рисунок 51 – Схема мембранно-поршневого насоса односторонньої (а) та двосторонньої (б) дії: 1 – нагнітальний клапан; 2 – нагнітальний патрубок; 3 – пневмокомпенсатор; 4 – камера з розділювальною середою; 5 – датчики положення мембрани; 6 – мембрана; 7 – робоча камера; 8 – всмоктувальний клапан; 9 – всмоктувальний патрубок; 10 – циліндр; 11 – поршень; 12 – шток; 13 – кривошипно-шатунний механізм; 14 – сальник

Таблиця 15 – Параметри насосів серії ZPM фірми “Гехо”

Найменування показників	Марка насоса									
	ZPM-250	ZPM-300	ZPM-400	ZPM-500	ZPM-600	ZPM-700	ZPM-800	ZPM-1000	ZPM-1500	ZPM-1800
Потужність, кВт	18,5	18,5	30	75	100	200	400	740	900	1100
Подача, м ³ /год	25	35	50	70	115	115	115	180	200	350
Тиск, МПа	1,6	1,1	1,6	2,5	2,0	4,0	8,0	10,0	12,0	7,5

5.5 Плунжерні насоси для гідросумішей.

Плунжерні насоси відносяться до об’ємних машин односторонньої дії. Схема роботи їх така ж, як у трициліндрових поршневих насосів одnobічної дії. Основні достоїнства плунжерних насосів — можливість роботи на високих тисках (10 МПа і більше), простота конструкції, відносно низька вартість, зручність експлуатації, а також простота захисту від абразивного зносу. Конструктивно плунжерні насоси виконуються з приводом від кривошипно-шатунного механізму. Розташування циліндрів горизонтальне чи вертикальне. Гідравлічні коробки виконуються звичайно з клапанним розподілом.

Гідротранспортування твердих матеріалів не є основною областю застосування плунжерних насосів, але, з огляду на низьку вартість (у порівнянні з мембранно-поршневими), вони застосовуються при гідротранспортуванні високоабразивних матеріалів, наприклад поліметалевих шламів. У плунжерному насосі інтенсивному зносу піддається ущільнення й у меншому ступені — корпус плунжера. Крім того, у плунжерних насосах, які використовуються для гідротранспорту, передбачено систему промивання плунжера, що запобігає зіткненню поверхні плунжера, з середовищем, що транспортується. Усе це підвищує їхню конкурентоспроможність стосовно інших типів насосів.

Плунжерний насос, рис 52, на відміну від поршневого, у якості рухомого елемента має плунжер 1 — гладкий металічний стрижень. Він, рухаючись вперед або назад, змінює об’єм робочої камери 9. Завдяки цьому, рідина поступає у робочу камеру зі всмоктувального патрубка 11 через клапан 10 або витискується у

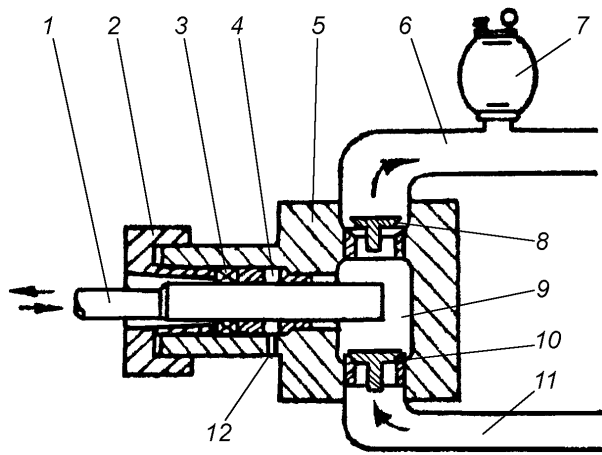


Рисунок 52 – Схема плунжерного насоса: 1 – плунжер; 2 – кришка сальника; 3 – ущільнення; 4 – гідрозатвор; 5 – корпус; 6 – напірний патрубок; 7 – пневмокомпенсатор; 8 – нагнітальний клапан; 9 – робоча камера; 10 – всмоктувальний клапан; 11 – всмоктувальний патрубок; 12 – отвір подачі промивної води

напірний патрубок 6 через клапан 8. Головна перевага плунжера перед поршнем — простота ущільнення, яке здійснюється аналогічно ущільненню штоків поршневих насосів — за допомогою сальника 3. Для захисту ущільнення та плунжера від абразивних часток у порожнину 4 через отвір 12 подається чиста вода під тиском, що перевищує тиск рідини у робочій камері. Чиста вода через зазор між втулкою та плунжером у невеликій кількості поступає у робочу камеру і промиває цей зазор, запобігаючи влучанню у нього твердих часток.

Плунжерні насоси для транспортування твердих матеріалів працюють у залежності від середовища, що транспортується, з частотою ходів $80 \dots 120 \text{ хв}^{-1}$. Для підвищення подачі плунжерних насосів збільшують кількість плунжерів в одному агрегаті (до семи). Однак через багатоциліндрове виконання збільшується кількість швидкозношуваних деталей.

Плунжерні насоси загальнопромислового застосування випускають різні фірми. Для гідротранспорту найбільш відомі насоси фірм "Вірт" (Германія), і "Інгерсолл-Ренд" (США). Фірма "Вірт" випускає плунжерні насоси, в основу конструкції яких закладені розробки тріплексних поршневих насосів серії *ТРК*.

Фірма "Інгерсолл-Ренд" випускає плунжерні насоси "Олдріч" потужністю $37 \dots 3700 \text{ кВт}$. Серія насосів з довжиною ходу 178 мм випускається в різних модифікаціях: триплунжерні потужністю до 447 кВт, п'ятиплунжерні — до 746 кВт, семиплунжерні — до 1044 кВт, і більш потужні — дев'ятиплунжерні. Конструктивно насоси виконують з вертикальним розташуванням плунжерів, що дозволяє забезпечити більш рівномірний знос ущільнень плунжера. Для зниження зносу ущільнення промиваються водою.

5.6 Гвинтові насоси

Гвинтові насоси призначаються для перекачування чистої і забрудненої піском, мулом, частками вугілля і породи, води і використовується на місцевому водовідливі при проходці горизонтальних вироблень і ухилів, а також для очищення водозбірників та відстійників від шламу.

На шахтах застосовуються гвинтові насоси трьох типорозмірів: **1В6/5**, **1В20/5** та **1В20/10** (**1В** — одногвинтовий, чисельник — подача в л за 100 обертів вала, знаменник — тиск у МПа.) При частоті обертання вала насоса 1450 об/хв зазначені насоси забезпечують відповідно: подачу — 6; 17 і 17 м³/год; напір — 50, 50 і 100 м, к. к. д. — 0,48; 0,60 і 0,64. Вакууметрична висота усмоктування цих насосів 6 м.

Гвинтові насоси відносяться до класу *об'ємних* машин. Основними частинами гвинтового насоса типу **1В**, рис. 23, є сталевая обойма **3**, гумовий статор **4**, полий сталевий ротор **5** і карданний вал **6**. У статорі, що представляє собою гумовий циліндр з порожниною у вигляді двозаходної спіралі, планетарно обертається ротор у виді однозаходного гвинта з кроком, удвічі меншим кроку спіралі статора. Між ротором і статором виникають порожнини, які поступально переміщуються від одного кінця статора до іншого. Завдяки цьому з однієї сторони статора утвориться розрідження і відбувається усмоктування води по патрубку **1**, а через патрубок **9** — нагнітання води в трубопровід.

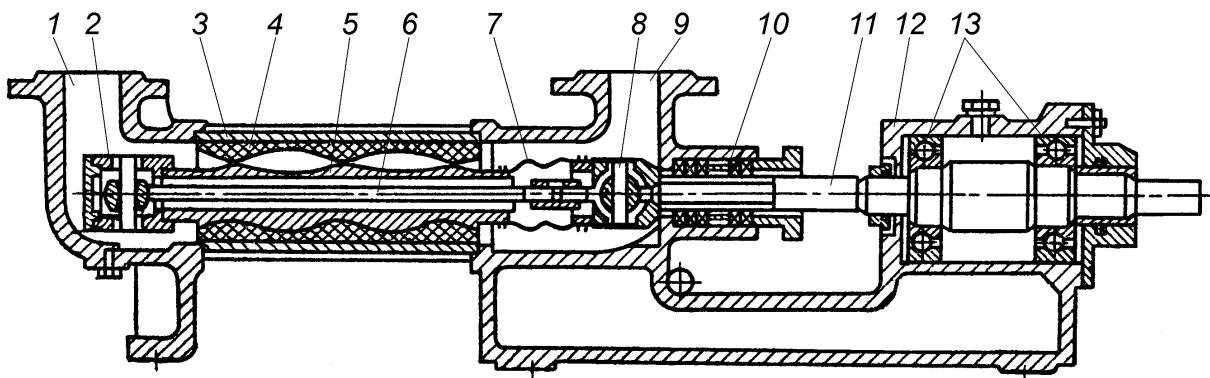


Рисунок 53 – Гвинтовий насос типу **1В**: **1** – усмоктувальний патрубок; **2**, **8** – кульові шарніри; **3** – обойма; **4** – гумовий статор; **5** – гвинтовий ротор; **6** – карданний вал; **7** – гумовий сільфон; **8** – ; **9** – нагнітальний патрубок; **10** – сальник; **11** – приводний вал; **12** – станина; **13** – радіально-упорні шарикопідшипники

Карданний вал 6 з'єднується за допомогою приводного вала 11 і пружної муфти з валом двигуна. Вал 6, постачений кульовими шарнірами 2 та 8, дозволяє ротору 5 виконувати планетарне обертання в статорі. Шарнір 8 захищений від піску і бруду гумовим сальфоном 7. Ущільнення вала забезпечується сальником 10. Вал 7 розташовано в двох радіально-упорних шарикопідшипниках 13, що знаходяться в гніздах станини 12.

Завдяки гумовому статору насос може перекачувати забруднену воду. Вода в просторі, що переміщується, служить змащенням між ротором і статором. Без води в цьому просторі не можна пускати насос, тому що статор вийде з ладу.

Регулювання подачі насоса виконується за допомогою пропускної трубки з вентилям, що з'єднує порожнини всмоктування і нагнітання (на рис. не показані). Якщо при роботі насоса відкрити вентиль, то частина води, що перекачується, повернеться з порожнини нагнітання в порожнину усмоктування і подача зменшиться.

Таблиця 16 – Технічні характеристики гвинтових насосів

Найменування показників	Тип насоса		
	<i>1B6/5</i>	<i>1B20/5</i>	<i>1B20/10</i>
Подача, м ³ /год	6	17	17
Тиск, МПа	0,5	0,5	1,0
Частота обертання валу, хв ⁻¹	1420	1440	1470
К. к. д	0,48	0,64	0,60
Припустима вакууметрична висота всмоктування, м	6,0	6,0	6,0
Потужність привода, кВт	1,8	3,5	7,2
Маса насоса, кг	130	206	240

Список рекомендованої літератури

1. Бессонов Е.А. Технология и механизация гидромеханизированных работ: Справочное пособие для инженеров и техников. – М.: Центр, 1999.
2. Трубопровідний гідротранспорт твердих матеріалів / За ред. Б.Ф.Брагіна. — К.: ІСДО, 1993.
3. Трубопровідний гідротранспорт твердих матеріалів /Атлас конструкцій/: Навч. посібник/ За ред. Б.Ф.Брагіна. — К.: ІСДО, 1993.
4. Гидроподъем полезных ископаемых / Антонов Я.К., Козыряцкий Л.Н., Малашкина В.А. и др. – М.: Недра, 1995.
5. Нурок Г.А. Процессы и технология гидромеханизации открытых горных работ. Учебник для вузов. – М.: Недра, 1979.
6. Шкундин Б.М. Оборудование гидромеханизации земляных работ. М.: «Энергия», 1970.
7. Упоров Н.Г., Экарев С.Б. Землесосные снаряды и перекачивающие установки. М.: «Высшая школа», 1970.
8. Нурок Г.А. Гидромеханизация открытых разработок. – М.: Недра, 1970.
9. Шкундин Б.М. Землесосные снаряды. Учеб. пособие для вузов. М.: «Энергия», 1973.
10. Насосы для машиностроительной промышленности /Каталог/: Трест Sigma, Чехословакия, 1972.
11. Покровская В.Н. Трубопроводный транспорт в горной промышленности. – М.: Недра, 1985.
12. Стационарные установки шахт. Под. ред. Б. Ф. Братченко. М.: «Недра», 1977.
13. Энциклопедия эрлифтов / Папаяни Ф.А., Козыряцкий А.Н. и др. – Донецк, Москва: «Информсвязьиздат», 1995.
14. Эрлифтные установки / Гейер В.Г., Козыряцкий Л.Н., Пащенко В.С., Антонов Я.К. — Донецк, ДПИ, 1982.
15. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з гідромеханізації і гідропневмотранспорту /Укладачі: Л. М. Козиряцький, О. В. Федоров. — Донецьк: ДонНТУ, 2003.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Конструкція та експлуатація відцентрових насосів для гідросумішей.....	4
1.1 Робочі колеса.....	4
1.2 Корпуси.....	8
1.3 Ущільнення.....	12
1.4 Підшипники.....	16
1.5 Врівноваження осьового зусилля.....	19
1.6 Компонування насосних установок.....	23
1.7 Особливості експлуатації відцентрових насосів для гідросумішей.....	24
2 Грунтові насоси.....	26
2.1 Грунтові насоси типу ЗГМ.....	26
2.2 Грунтові насоси типу Гр.....	29
2.3 Грунтові насоси серії Гра.....	35
2.4 Грунтові насоси типу Р.....	39
2.5 Грунтові насоси типу МП.....	41
2.6 Заглибні ґрунтові насоси.....	43
2.7 Грунтові насоси фірми Sigma (Чехія).....	45
3 Вуглесоси.....	48
4 Шламові, піскові та багерні насоси.....	53
4.1 Шламові насоси.....	53
4.2 Суспензійні насоси.....	58
4.3 Піскові та цементні насоси.....	60
4.4 Багерні насоси.....	66
5 Об'ємні насоси для забруднених рідин.....	70
5.1 Принцип дії поршневого насоса.....	70
5.2 Особливості виконання елементів гідравлічної частини.....	73
5.3 Будова поршневого бурового насоса УНБ-600.....	77
5.4 Поршневі насоси з розділювальними пристроями.....	80
5.5 Плунжерні насоси для гідросумішей.....	83
5.6 Гвинтові насоси.....	85
Список рекомендованої літератури.....	87

