

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА ШТАНГОВОГО ГЛИБИННОГО НАСОСА

*І. Б. Копей*

*ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,  
e-mail: ndl ng i @ n u n g . e d u . u a*

*Найпоширенішим механізованим способом видобування нафти є використання штангових глибинних насосних установок. Експлуатація свердловин даним способом характеризується помірними витратами на обладнання та його обслуговування, збільшенням видобутку при розробці важковидобувних запасів нафти, збільшенням виробітку пласта, яке досягається зниженням критичного рівня вибійного тиску. Установка штангового глибинного насоса включає наземне і свердловинне обладнання. До наземного обладнання відносяться привод, обладнання устя свердловини та система управління. На сьогодні як привод зазвичай використовують верстат-качалку, який представляє собою чотириланковий кривошипно-шатунний механізм, що перетворює обертальний рух кривошипа в зворотно-поступальний рух підвіски устьєвого штока. Розглянуто перспективи створення і впровадження на нафтових промислах України нетрадиційних конструкцій приводів, що замінюють класичні верстати-качалки, а саме, гідроприводів штангових глибинних насосів, та визначено можливі області їх використання. Проведено критичний порівняльний аналіз існуючих конструкцій гідрравлічних приводів провідних світових виробників, висвітлено їх конструктивні особливості порівняно з верстатами-качалками і ланцюговими приводами, виявлено основні переваги та недоліки. Окремо виділено можливості використання дистанційного та автоматичного регулювання режимів роботи гідрравлічного привода, що дає змогу проводити моніторинг і дистанційне управління технологічним процесом в режимі реального часу з мінімальною участю обслуговуючого персоналу. Представлені результати проведення дослідно-промислового випробування гідрравлічного привода ПШН-80-2,5 з пневматичним врівноваженням на свердловині № 64-Долина наукового полігону Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, які підтвердили працездатність усіх систем приводу, а також зручність проведення операцій за його монтажу на свердловині.*

**Ключові слова:** установка штангового глибинного насоса, механізований спосіб експлуатації, верстат-качалка, гідрравлічний привод, пневматичне врівноваження.

*Самым распространенным механизированным способом добычи нефти является использование штанговых глубинных насосных установок. Эксплуатация скважин данным способом характеризуется умеренными затратами на оборудование и его обслуживание, увеличением добычи при разработке трудноизвлекаемых запасов нефти, увеличением выработки пласта, которое достигается снижением критического уровня давления на выбое. Установка штангового глубинного насоса включает наземное и скважинное оборудование. К наземному оборудованию относится привод, оборудование устья скважины и система управления. На сегодня в качестве привода в основном используют станок-качалку, который представляет собой четырехзвенный кривошипно-шатунный механизм, преобразующий вращательное движение кривошипа в обратно-поступательное движение подвески устьєвого штока. Рассмотрены перспективы создания и внедрения на нефтяных промыслах Украины нетрадиционных конструкций приводов, заменяющих классические станки-качалки, а именно, гидрприводов штанговых глубинных насосов, определены возможные области их использования. Проведен критический сравнительный анализ существующих конструкций гидравлических приводов ведущих мировых производителей, освещены их конструктивные особенности по сравнению со станками-качалками и цепными приводами, выявлены основные преимущества и недостатки. Отдельно выделены возможности использования дистанционного и автоматического регулирования режимов работы гидравлического привода, позволяющего проводить мониторинг и дистанционное управление технологическим процессом в режиме реального времени с минимальным участием обслуживающего персонала. Представлены результаты проведения опытно-промислового испытания гидравлического привода ПШН-80-2,5 с пневматическим уравновешиванием на скважине № 64-Долина научного полигона Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа, которые подтвердили работоспособность всех систем привода, а также удобство проведения операций по его монтажу на скважине.*

**Ключевые слова:** установка штангового глубинного насоса, механизированный способ эксплуатации, станок-качалка, гидравлический привод, пневматическое уравновешивание.

*The most widespread mechanized way of oil production is use of sucker rod deep pumping units. This mode of well operation is characterized by moderate costs of the equipment and its service, increase in production when developing difficult-to-recover oil reserves, increase in production of layer which is reached by decrease in critical bottom hole pressure. Installation of the sucker rod deep pump comprises the land and borehole equipment. The drive, the well head setup and control system belongs to the land equipment. For today the pump unit is used as a wire. The unit itself represents the four-link crank-and-rod mechanism converting crank rotational motion into reciprocal motion of polished rod carrier bar. The work considers the prospects of creation and implementation of the drives nonconventional designs replacing classical pumping units, namely hydraulic actuators of sucker rod deep pumps on Ukrainian oil fields. Furthermore, the possible fields of their use has been defined. The hydraulic pressure drives existing designs presented by the leading global manufactures have been analyzed via critical-comparative method. Moreover, their design features in comparison with pumping units and chain occasions have been covered, the main advantages and shortcomings have been revealed. The usage possibilities of remote and automatic control of the hydraulic pressure drive working mode have been specified. The drive allows to carry out monitoring and remote control of technological process in real time with the minimum participation of service staff. The work presents the results of the hydraulic pressure drive PSHN-80-2.5 with pneumatic equilibration pilot test on well 64-Dolyna of scientific testing ground of the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas which have confirmed the work capacity of all drive systems and also convenience of carrying out the installation operations.*

Keywords: installation of the sucker rod deep pump, the mechanized way of operation, the pumping unit, hydraulic pressure drive, pneumatic equilibration.

### Вступ

Нафта є найважливішим джерелом рідкого палива, мастил, сировиною для синтетичних матеріалів тощо. Поклади нафти залягають на глибинах від десятків метрів до 5 – 6 км. За всю історію видобуто з надр близько 85 млрд. тон нафти, однак на великих глибинах (5 – 6 км) знаходиться ще близько 90 млрд. тон нафти.

Серед різноманітних способів видобування нафти на сьогоднішній день механізований спосіб є найбільш поширеним. До переваг механізованих способів експлуатації відносять збільшення виробітку пласта, яке досягається зниженням критичного рівня вибієного тиску.

Видобування нафти з використанням штангових глибинних насосів (ШГН) – найбільш розповсюджений механізований метод експлуатації нафтових родовищ. В світі цим способом експлуатується до 70% свердловин і видобувається 1/3 частина від загального об'єму нафти. Помірні витрати на обладнання та обслуговування дозволяють експлуатацію родовищ навіть з мінімальним дебітом.

В основі штангових глибинних насосних установок лежить застосування насоса об'ємної дії (плунжерний насос з кульковими нагнітальними та всмоктувальними клапанами), який з'єднаний колоною насосних штанг з наземним приводом. За роки розвитку обладнання, яке реалізує даний спосіб експлуатації нафтових свердловин, було запропоновано і впроваджено велику кількість конструкцій приводів ШГН, що базуються на використанні механічних, гідравлічних і пневматичних передач. В механічному приводі свердловинного насоса основні функції виконують механічні передачі. Передальною ланкою в гідравлічних приводах є рі-

дини, а в пневматичних – повітря. Класифікацію приводів ШГН відображено на рисунку 1.

Близько 2/3 всіх видобувних свердловин у світі використовують штангові насоси, і на багатьох з них як привод встановлено верстаті-качалки. Основними недоліками верстатів-качалок є:

- потреба у масивному фундаменті;
- наявність горизонтальних складових сил при роботі привода, що розхитують фундамент;
- квадратична залежність маси від довжини ходу (при довжині ходу штанг понад 2 м вона становить більше 10 т);
- значний період монтажу верстата-качалки при облаштуванні свердловини та її ремонті.

Фонд балансирних верстатів-качалок знаходиться в зношеному стані. Так, за даними НГВУ «Долина нафтогаз» ПАТ «Укрнафта» станом на 2020 рік наявний парк верстатів-качалок становив 368 шт., з яких з терміном експлуатації від 5 до 16 років – 4 шт. (2 - в роботі); з терміном експлуатації більше 16 років – 364 шт. (280 – в роботі). Для експлуатації свердловин потрібні дешеві приводи ШГН, які дозволяють відмовитися від масивних фундаментів і знижують працездатність обслуговування.

На даний час основними напрямками робіт за підвищення ефективності процесів видобування нафти з використанням ШГН на промислах є:

- удосконалення методів підбору обладнання з врахуванням умов конкретної свердловини, режиму її роботи, а також підтримання оптимальних умов експлуатації протягом всього міжремонтного періоду;
- розроблення нового і удосконалення існуючого обладнання;

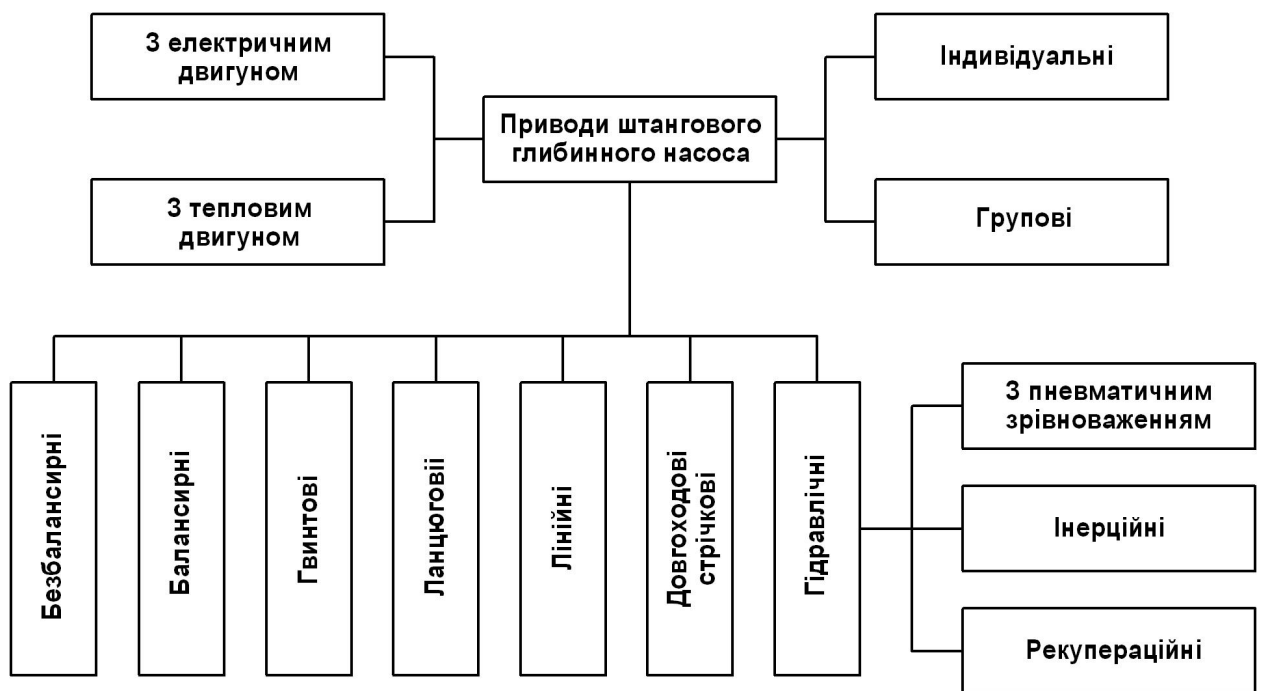


Рисунок 1 – Загальна класифікація приводів штангових глибинних насосів

- розроблення і застосування спеціальних конструкцій насосів для видобування нафти з високим вмістом піску, смол і парафіну;
- застосування нових технологічних засобів і методів для експлуатації ШГН в ускладнених геологічних умовах;
- розробка і впровадження заходів для ефективного використання і збереження електроенергії при видобутку нафти ШГН та ін.

#### Аналіз сучасних досліджень і публікацій

Провідними світовими виробниками нафтопромислового обладнання ставилась задача створення і впровадження нетрадиційних конструкцій, що замінюють класичні верстат-качалки, а саме, гідроприводи штангових глибинних насосів. При цьому гідропривод розглядається не як проста заміна однієї конструкції установки на іншу, а як обладнання, що розширює можливості привода ШГН і забезпечує його переваги, з точки зору технології видобування нафти [1, 2, 4].

Гідропривод дозволяє експлуатувати ШГН з довжиною ходу штоку до 10 м при відносно малій масі установок. При цьому знижується гідродинамічний опір потоку в'язкої рідини в пласті, підвищується коефіцієнт вилучення нафти. У цьому випадку гідропривод:

- дозволяє плавно і в більш широких межах, ніж верстат-качалка, регулювати число ходів штангового насоса (0,2-6 ходів за хвилину) і підтримувати постійний рівень нафти в свердловині, переводити свердловини в безперервну експлуатацію;

- створює можливість затримки плунжера ШГН в нижньому положенні, чим досягається збільшення коефіцієнта заповнення насоса до 40%, особливо при високому вмісті газу в свердловинній рідині.

Ще один напрямок ефективного застосування гідропривода пов'язаний з його малими габаритами і масою. Це дозволяє встановлювати і легко перевозити гідропривод без створення спеціальних фундаментів на плавучих і обводнених ґрунтах.

Ефективним застосуванням гідропривода є використання ШГН замість електровідцентрових насосів (ЕВН) при дебетах свердловин по рідині 15-50 м<sup>3</sup> на добу. Загальний ККД насосної установки з гідроприводом, враховуючи втрати в підземній частині, в цьому випадку становить 60% замість 30% при використанні установки з ЕВН. Це дозволяє економити електроенергію.

Ще одна область застосування гідропривода – це видобування нафти об'ємними насосами з глибини понад 2500 м, яка вимагає застосування спеціального обладнання: довгоходового наземного привода з ходом штоку до шести метрів і вантажопідйомністю 160-200 кН. В даний час верстат-качалки з необхідними параметрами не виготовляються.

Гідропривод може використовуватися для вирішення проблеми асфальтосмолопарафінових відкладень. При заклинюванні з причини утворення парафінових відкладів гідропривод налаштовується на спеціальний режим, мета якого - плавно відновити роботу насоса шляхом

розходження колони штанг. Додатково є можливість застосування скребоків спільно зі штангообертачем.

### Постановка задачі та мета роботи

За останні кілька десятиліть збільшилася частка бездіючих, сильно обводнених і малодобитних свердловин. Відбувається не тільки скорочення запасів нафти, а й їх якісне погіршення. Значно зріс відсоток важковидобувних запасів нафти, розташованих в низькопроникних колекторах, що викликає необхідність вилучення в'язкої нафти, з високим вмістом бітумів.

Одним із шляхів вирішення проблеми є застосування методів збільшення нафтовіддачі при розробці важковидобувних запасів нафти. Ефективним при цьому може бути локальний гідродинамічний вплив штанговим насосом [1]. Тому за певних умов застосування гідропривода можна розглядати як нову технологію видобутку нафти, що забезпечує збільшення нафтовіддачі при розробці важковидобувних запасів нафти. Ефективність гідропривода обумовлена тим, що, на відміну від механічного верстата качалки з кривошипним приводом, він конструктивно дозволяє задати будь-який закон руху штанг і може забезпечити значно більшу довжину ходу плунжера ШГН.

**Основна мета роботи** – оцінити перспективи створення і використання на нафтових промислах України принципово нового комплексу видобування нафти на базі гідравлічного привода штангового глибинного насоса, що дозволяє проводити моніторинг і дистанційне управління технологічним процесом в режимі реального часу за мінімальної участі обслуговуючого персоналу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

– виявити на основі порівняльного аналізу серійних моделей гідравлічних приводів ШГН пріоритетні області їх використання;

– підтвердити за результатами дослідно-промислових випробувань гідравлічного привода ПШН-80-2,5 з пневматичним врівноважуванням доцільність його експлуатації при виведенні свердловини на робочий режим та при видобуванні нафти за допомогою ШГН на нафтових промислах України.

### Висвітлення основного матеріалу дослідження

Останнім часом зацікавленість до гідравлічних приводів посилилась, відповідно зросла і кількість фірм, що займаються їх проектуванням і виготовленням. Гідроприводи з великою

довжиною ходу штоку виготовляють і широко застосовують за кордоном для діагностування свердловин і підбору оптимальних режимів експлуатації свердловин.

Відмінність особливості гідропривода від верстатів-качалок і ланцюгових приводів є:

- відсутність масивних вузлів: редуктора, кривошипа, балансира, а, значить, велика безпека при експлуатації;

- мала маса, відповідно швидкий монтаж без залучення високовартісної спецтехніки;

- висока швидкість монтажу та пусконаладження, залежно від умов на усті свердловини, становить близько 4-6 годин (для верстата-качалки - 2 робочих зміни);

- наявність інтелектуального алгоритму, що забезпечує можливість безступінчастого регулювання параметрів роботи: частоти качань, довжини ходу, широкий діапазон можливостей регулювання роботи ШГН;

- наявність функції дистанційного керування за допомогою мобільного телефону, планшета або пульта управління, без втручання сервісного персоналу (за умови стабільного покриття стільникового зв'язку типу 3G, 4G).

Під час роботи штангової насосної установки з будь-яким типом привода необхідно зберегти потенційну енергію колони насосних штанг, яку привод піднімає при ході вгору, а також вирівняти навантаження на двигун, який при ході штанг вниз не здійснює корисної роботи. Тому, незалежно від типу привода, присутність врівноважуючого пристрою в приводі штангового насоса є обов'язковою. В іншому випадку потужність двигуна повинна бути збільшена в 3-10 разів, залежно від конкретних умов експлуатації свердловини. Під час роботи штангової насосної установки з будь-яким типом привода необхідно зберегти потенційну енергію колони насосних штанг, яку привод піднімає при ході вгору, а також вирівняти навантаження на двигун, який при ході штанг вниз не здійснює корисної роботи. Тому, незалежно від типу привода, присутність врівноважуючого пристрою в приводі штангового насоса є обов'язковою. В іншому випадку, потужність двигуна повинна бути збільшена в 3-10 разів, залежно від конкретних умов експлуатації свердловини.

Проведемо критичний порівняльний аналіз існуючих конструкцій гідравлічних приводів ШГН провідних світових виробників.

Гідравлічний привод ШГН «Гейзер» [2] застосовують при експлуатації нафтових свердловин як альтернативу установкам штангових свердловинних і електровідцентрових насосів,

дозволяючи скоротити витрати на підйом нафти і обслуговування обладнання. При цьому забезпечується реалізація потенціалу свердловини, збільшення видобутку за рахунок оптимізації коефіцієнта заповнення ШГН, а також зниження питомого енергоспоживання. Гідравлічний привод може використовуватися для експлуатації свердловин ускладненого і періодичного фонду, а також свердловин з системами ОРЕ. Крім основного набору функцій (ручний, дистанційний і автоматичний режими роботи, можливість зміни параметрів роботи та ін.) в гідроприводі реалізовані в тому числі інтелектуальні алгоритми управління, що дозволяють на підставі аналізу динамограми визначати дебіт свердловини і виявляти можливі проблеми, пов'язані з роботою підземного обладнання.



Рисунок 2 – Гідравлічний привод «Гейзер»

До особливостей даного обладнання можна віднести:

- низькі енерговитрати - використання системи рекуперації (пневмогідравлічного акумулятора) дозволяє знизити енерговитрати, що в підсумку відбивається у зниженні сумарних експлуатаційних витрат;

- малу масу;

- швидкий монтаж без залучення високо-вартісної спецтехніки;

- відсутність фундаменту;

- електронну систему управління, можливість безступінчастого регулювання параметрів роботи (частоти качань, довжини ходу);

- можливість організації інтелектуального куща - використання одного апаратного блоку для роботи декількох гідроприводів на одному кущовому майданчику, повна автоматизація процесу видобування, включаючи дистанційне управління обладнанням і відеоконтроль за роботою установки, що значно знижує потребу в людських ресурсах, і, як наслідок, дозволяє звести до мінімуму людський фактор.

- можливість використання при одночасно-роздільній експлуатації;

- можливість використання на свердловинах періодичного фонду, малодебітних, глибоких і викривлених свердловинах, а також свердловинах ускладненого фонду з високим вмістом механічних домішок, АСПВ і води. Заміна гідроприводом верстата-качалки, що працює в періодичному режимі, або ЕВН, що працює в режимі автоматичного повторного включення (АПВ), дозволяє знизити засміченість і збільшити проникність привибійної зони пласта.

Гідропривод «Гейзер» перевершує аналоги за продуктивністю та економічністю. У гідроприводі реалізовані ручний, автоматичний і дистанційний режими роботи. Електронна система управління повністю контролює і реєструє весь процес роботи. Зокрема, вона забезпечує плавний пуск гідропривода, плавний реверс руху штока і безступінчасте регулювання числа качань. Система здійснює контроль робочих параметрів гідропривода: навантаження на шток гідроциліндра, тиску в гідросистемі, рівня і температури мастила, загальної наробітку, кількості подвійних ходів, а також дозволяє виводити ці параметри в систему телеметрії верхнього рівня.

Крім цього, електронна система управління попереджає виникнення аварійних ситуацій, таких як заклинювання штока, обрив колони штанг і т. д., і може виконувати автоматичний перезапуск гідропривода після відключення електропостачання (або в разі виникнення ін-

ших нештатних ситуацій), а також дозволяє здійснювати дистанційну зміну параметрів роботи обладнання.

Гідропривод «Гейзер» може застосовуватися в поєднанні як з одноліфтовими (без зміни конструкції), так і дволіфтовими системами одночасно-роздільної експлуатації (ОРЕ) (паралельної конструкції). В обох випадках гідропривод здатний замінити собою стандартні схеми з одним чи двома верстатами-качалками. До складу конструкції включаються два гідроциліндри, встановлені на одній щоглі-опорі (без фундаменту), один блок-бокс і одна гідростанція. Стандартне навантаження на шток становить 80 кН, максимальне – до 120 кН; довжина ходу устьового штока – до шести метрів.

КК ТОВ «ТМС груп» [3] у рамках розвитку напрямку «гідроприводи ШГН» з 2012 року розробляє і впроваджує гідравлічні приводи ШГН. З моменту виготовлення першого гідравлічного привода під найменуванням «ТМС-POWERMAN» в 2012 році, вироблено і впроваджено понад 100 гідроприводів. У 2020 році фахівці ТОВ КК «ТМС груп» вже прийняли в розробку проект створення гідропривода з відкидною щоглою, що істотно спростить роботу бригад капітального ремонту свердловин. Проводиться розробка інтелектуального гідропривода, що дозволяє самостійно підбирати режим роботи на свердловині за допомогою ехолота. Так само розглядається можливість виготовлення гідропривода з функцією рекуперації електроенергії.

Гідроприводні верстати з інерційним врівноваженням [4] мають наступні переваги:

- простота конструкції порівняно з гідроприводними установками відомих типів;
- короткий термін монтажу - не більше 4-5 годин від доставки до свердловини до пуску установки;
- відсутність необхідності у спорудженні фундаменту - монтаж безпосередньо на усті свердловини;
- порівняно велика довжина ходу - 3,5 м, з можливістю збільшення до 6 м;
- немає необхідності в операціях врівноваження установки;
- великий діапазон чисел качань (від 0 до 10 ходів за хвилину) при збереженні у всьому діапазоні значень коефіцієнта подачі свердловинного насоса;
- немає необхідності в догляді за врівноважуючим пристроєм і в його ремонті.

Згадані переваги досягаються за рахунок застосування маховика як врівноважуючого пристрою. Його застосування досить ефектив-

не, оскільки він працює в режимі, при якому тривалість фаз накопичення енергії та її віддачі складають десятки секунд, і при цьому енергія маховика практично не розсіюється.

Установка з динамічним врівноваженням включає (рис. 3) приводний гідравлічний циліндр 1, поршень 2 якого за допомогою штока 3, устьового штока 17 і колони штанг 16 з'єднаний з плунжером 15 свердловинного насоса, циліндр 14 якого підвішений на колоні 13. Привод установки здійснюється двигуном 7, що обертає вал силового мотор-насоса 5, на якому встановлено маховик 6. Гідравлічна схема складається з силового золотника 4, переливного 11, розвантажувального 8, зворотного 10 клапанів, бака 12, а також системи реверсування, фільтрації і т. п. В електричний ланцюг двигуна включено реле струму 9, що управляє електромагнітним приводом розвантажувального клапана 8. Він служить для зменшення навантаження на двигун під час його запуску.

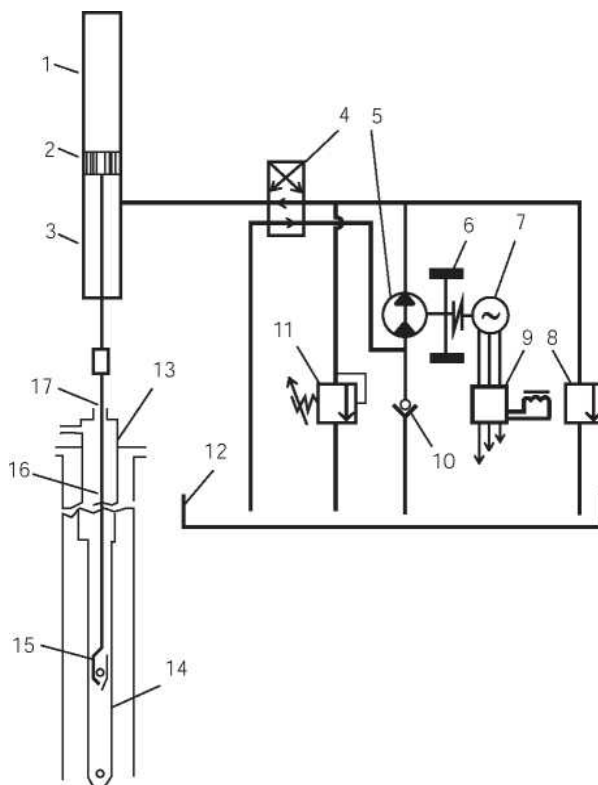


Рисунок 3 – Схема штангової насосної установки з динамічним зрівноваженням

Гідравлічний привод АВЕГА суттєво відрізняється компактністю та енергоефективністю [5]. До складу обладнання гідропривода входить насосна станція, силовий гідроциліндр і система врівноваження. Система врівноваження оптимізує роботу електродвигунів, знижуючи енергоспоживання. Привод дозволяє безступенево налаштувати число подвійних ходів,



довжину ходу і швидкість руху штока вгору і вниз окремо.

Гідропривод ШГН АВЕГА - оптимальний вибір для фонду низькодебітних свердловин (до 40 м<sup>3</sup>/добу), у тому числі:

- свердловин з глибиною спуску ШГН до 3000 метрів;
- свердловин з довгоходовими ШГН до 6 метрів;
- свердловин з ОРЕ;
- свердловин, ускладнених механічними домішками та АСПВ;
- розвідувальних свердловин.

Унікальні технічні рішення гідропривода АВЕГА:

- модульна конструкція;
- запатентована гідравлічна схема, що забезпечує повне резервування гідростанції за ДСТУ 27.002-89;
- унікальне розташування силового гідроциліндра;
- безщоглове виконання;
- інтелектуальна система керування.

В гідроприводі «Герон» ТОВ «Нефте-Гидроприводы Конькова» [6] економія електроенергії відбувається за рахунок частотного перетворювача, який рекуперує електроенергію при ході штока вниз. За рахунок контролю динамічного рівня досягається максимальне наповнення насоса, автоматично налаштовується максимально ефективний режим качання, враховуючи динамічний рівень свердловини.

Виходячи з конструкції гідропривода ШГН, під час циклу опускання штока гідроциліндра під дією сили тяжіння, що діє на колону штанг, електродвигун головного насоса гідро-системи переходить в генераторний режим і починає повертати електроенергію в перетворювач частоти. Завдяки тому, що в системі управління використовується перетворювач частоти з вбудованою ланкою рекуперації, дана електроенергія повертається назад в мережу і перерозподіляється іншим споживачам. При цьому відпадає необхідність розсіювати електроенергію на гальмівних резисторах, а ефект енергозбереження може досягати до 40%.

В таблиці 1 приведено порівняння технічних параметрів гідравлічних приводів з традиційним механічним верстатом-качалкою.

До істотних переваг гідропривода можна віднести можливість незалежного регулювання швидкостей підйому/опускання і прискорень штока, створення паузи для збільшення коефіцієнта наповнення ШГН (рис. 4). Гідропривод забезпечує безступеневу зміну довжини ходу і числа качань у всьому заявленому діапазоні.

Діапазони зміни цих параметрів також є перевагою гідравлічного привода. За рахунок зазначених можливостей гідропривод забезпечує більший ККД насоса. Наприклад, за рахунок збільшення довжини ходу штанг забезпечується скорочення числа циклів навантаження штангової системи і клапанів свердловинного насоса.

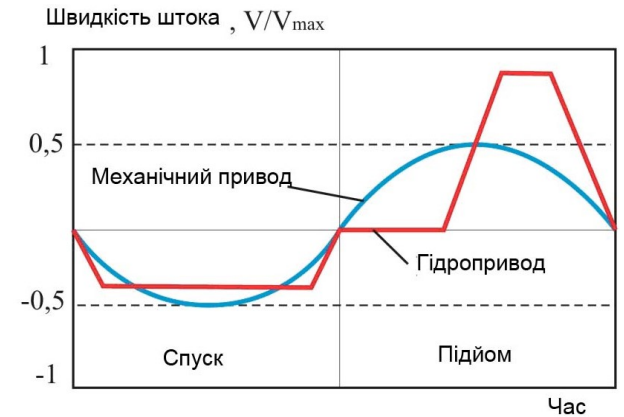


Рисунок 4 – Зміна швидкості штока гідропривода «Гейзер»

Конструкція гідропривода з інтелектуальною системою управління дозволяє операторам-технологам встановлювати оптимальну продуктивність ШГН в широкому діапазоні регулювань (довжина ходу плунжера, кількість качань за хвилину), тим самим забезпечуючи високий дебіт нафти зі свердловини.

В даний час до станцій управління ШГН висувають досить широкі функціональні вимоги:

- забезпечення автоматичного пуску ШГН з виходом на заданий робочий режим;
- можливість плавного регулювання продуктивності ШГН (числа качань за хвилину).
- розрахунок та архівування основних технологічних параметрів роботи свердловини (розрахунковий дебіт, кількість качань, мотогодин);
- управління роботою системи підігріву мастила за необхідності роботи при низькій температурі навколишнього середовища;
- забезпечення захисних блокувань для запобігання заклинюванню колони штанг, від перевищення порогових значень у гідросистемі;
- зняття та аналіз динамограм, можливість їх архівування з заданою періодичністю;
- забезпечення віддаленого доступу до параметрів станції управління з центральної диспетчерської НГВУ;
- ведення локальних архівів подій і нештатних ситуацій;
- контроль і захист обладнання ШГН при виявленні передаварійних ситуацій.

Таблиця 1 – Порівняння гідропривода «Гейзер» з аналогами

Технічна характеристика	Механічний верстат-качалка	Гідропривод ГПШСН 80х3,5 («Гейзер») ТОВ "НВП" ПСМ-Імпекс "	ПШСНГ «Герон», ООО «Нефте Гидроприводы Конькова»	Гідропривод R7-213 Bosch-Rexroth	Гідропривод VSH2-120 Weatherford
Потужність двигуна, кВт	30	37	18,5	26	до 45
Продуктивність, м <sup>3</sup> /добу	25,5	35	до 40	18	24
Довжина переміщення штока, S, м	1,8; 2,4; 3,0	0,2 - 3,5	0,2 - 6	0,2 - 3,7	1,3 - 3,0
Спосіб регулювання	дискретно	плавно, безступенево	плавно, безступенево	-	-
Кількість качань при максимальній довжині ходу, n, хв. <sup>-1</sup>	3 - 8,5	0 - 10	0,2 - 9	0 - 4	0 - 8
Максимальне зусилля, кН	80	80	80	77	181
Максимальна висота, м	7,0	9,0	8,0	6,5	12,0
Маса, т	12,0 без урахування фундаменту	4,5 з опорою і укриттям	4,0	2,5	-
Спосіб розміщення та монтажу	потрібен стрічковий або свайний фундамент	на щоглі, на з/б плитах, без розбирання устьової арматури	На фланці устьової арматури; на з/б плити	на фланці устьової арматури	на фланці устьової арматури
Дистанційне керування та контроль технологічних параметрів	немає	GSM, УКВ, PLC, супутниковий канал	є	є	є

Система управління гідропривода ШГН складається з шафи управління з контролером, сенсорної панелі оператора і частотного перетворювача з комутаційною апаратурою.

Сигнали від контрольно-вимірювальних приладів, встановлених на гідроциліндрі та гідростанції, надходять в програмований логічний контролер, який на підставі оброблених даних проводить розрахунок, реєстрацію та архівування параметрів роботи установки, відпрацьовує алгоритми захисних блокувань, виконує побудову та архівування динамограм. Досягнення необхідної продуктивності ШГН здійснюється шляхом плавного регулювання оборотами асинхронного двигуна головного насоса гідросистеми за допомогою частотного перетворювача. Шафа управління оснащена сенсор-

ною панеллю оператора, за допомогою якої можливо на місці здійснювати контроль за роботою установки, переглядати динамограми, знімати на USB-накопичувач архівні дані. Система управління має можливість передачі даних в АСУТП нафтопромислу.

Навчально-дослідницькою лабораторією нафтогазової інженерії на свердловині № 64-Долина наукового полігону Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу проведені дослідно-промислові випробування гідравлічного привода ПШН-80-2,5 з пневматичним врівноважуванням (рис. 5).

Привод штангового насоса ПШН-80-2,5 призначений для надання зворотно-поступального руху плунжеру штангового глибинного свердловинного насоса при відкачуванні рідини





Рисунок 5 – Випробування гідропривода ПШН-80-2,5 на свердловині № 64-Долина

з нафтових свердловин. Привод забезпечує режим роботи ШГН при номінальному навантаженні на устьовому штоку до 80 кН і температурі навколишнього середовища від -40 °С до +50 °С. Привод монтується на трубній головці арматури штангового насоса ОШН 21-50П. Кліматичне виконання - УХЛ, категорія розміщення при експлуатації - I за ГОСТ 15150-69.

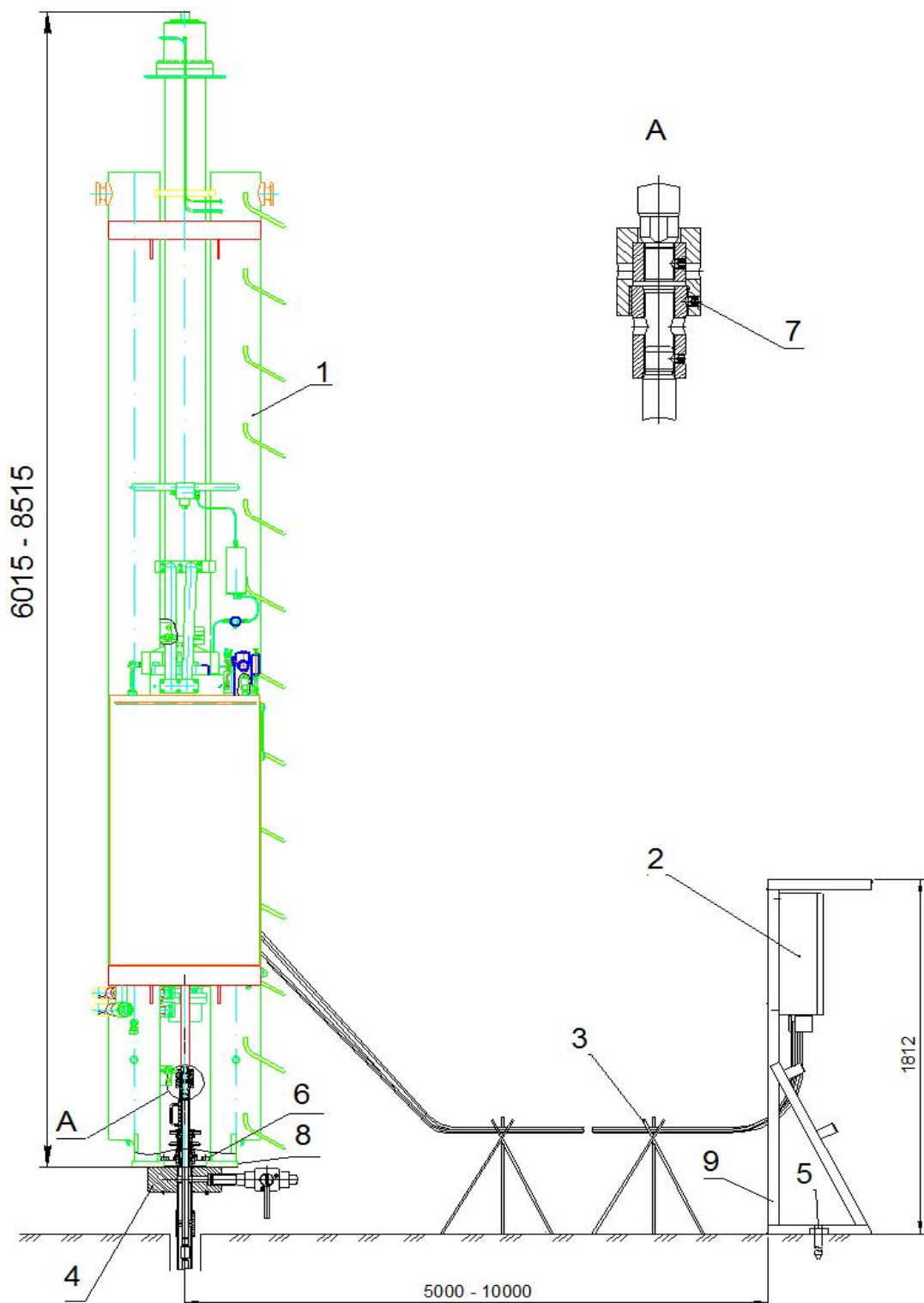
Основні технічні характеристики гідравлічного привода ПШН-80-2,5:

Виконання	моноблочне
Навантаження на шток, кН (тс)	80 (8,0)
Довжина ходу, м	2,5
Число подвійних ходів за хвилину	6,0
Врівноваження	пневматичне
<b>Електродвигун</b>	
Потужність, кВт	15
Число обертів, с <sup>-1</sup> (об./хв.)	17 (1000)
<b>Насос</b>	
Робочий об'єм, см <sup>3</sup>	129
Номінальна витрата, л/хв.	120
Тиск в напірній лінії, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не більше	7,0 (70)
Тиск спрацьовування клапана переливу, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не більше	7,5 (75)

Місткість гідросистеми, л	300
Робоча рідина	мастило все-сезонне ВМГЗ
Об'єм пневмокомпенсаторів, л	400
Тиск в пневмокомпенсаторах МПа(кг/см <sup>2</sup> ), не більше	4(40)
Газ, вживаний в пневмокомпенсаторах	стиснене повітря
<b>Габаритні розміри привода, мм</b>	
Довжина	1280
Ширина	1000
Висота	6250÷8750
Маса привода, кг	2200
Маса комплексу постачання, кг	2600
Спосіб монтажу	на трубній головці арматури

**Показники надійності**

Розрахунковий термін служби до списання, років, не менше	15
Напрацювання на відмову, годин, не менше	8000
Розрахунковий термін служби ущільнень до заміни, годин	2000



1 – привод; 2 – шафа управління; 3 – опора; 4 – арматура; 5 – фіксатор; 6 – болт; 7 – гвинт стопорний, 8 – місце для заземлення привода; 9 – місце для заземлення шафи управління

**Рисунок 6 – Загальний вигляд привода ПШН-80-2,5**

Компактність моноблочного виконання привода і його низька металоємність забезпечують можливість монтажу на фланці устьової арматури без спорудження спеціального фундаменту. Це значно скорочує тривалість монтажних і пуско-налагоджувальних робіт в польових умовах, особливо в зимовий час. Уні-

кальна система пневмоврівноважування збільшує ККД свердловинної установки на 30%.

Однак, як і кожний інший тип привода ШГН, гідропривод має і певні недоліки. До основних із них, які були виявлені при дослідно-промислових випробуваннях, слід віднести:

– забезпечення гідравлічної системи великою кількістю мастила, яке потребує періодичної заміни;

– складність експлуатації та обслуговування гідросистеми у порівнянні з механічним приводом;

– складність посадки насоса в замковій опорі та підгонки довжини колони насосних штанг через обмежені вертикальні розміри вузла з'єднання полірованого штока гідропривода з штанговою колоною;

– наявність в конструкції гідроциліндра та пневмоциліндрів великої кількості ущільнюючих кілець та манжет, які мають досить обмежений термін експлуатації.

Промислові випробування ПШН-80-2,5 на свердловині № 64-Долина підтвердили працездатність усіх систем привода, а також зручність проведення операцій з його монтажу (демонтажу) на свердловині.

### Висновки

Останнім часом інтерес до гідравлічних приводів значно зріс. Гідроприводи можна використовувати для видобування нафти з глибини понад 2500 м, як альтернативу установкам ЕВН, як привод з двофазовими системами ОРЕ, для вирішення проблеми асфальтосмолопарафінових відкладень, для діагностування свердловин і підбору оптимальних режимів експлуатації свердловин. Привод дозволяє безступенево налаштувати число подвійних ходів, довжину ходу і швидкість руху штока вгору і вниз окремо, задавати паузи у крайніх верхньому та нижньому положеннях.

Застосування гідропривода дозволяє підвищити інтелектуалізацію процесу видобування за рахунок оптимізації продуктивності свердловини і зниження витрат на електроенергію та обслуговування. Крім цього, збільшується нарбіток підземного обладнання на відмову, а завдяки наявності електронних систем дистанційного моніторингу та управління скорочується час на переналаштування режимів роботи обладнання.

Промислові випробування ПШН-80-2,5 на свердловині № 64-Долина підтвердили доцільність використання гідравлічних приводів на нафтових промислах України. Основною проблемою широкого впровадження гідроприводів ШГН є вимоги до надійності, за якою вони не повинні поступатися верстаткам-качалкам.

### Література

1. Преимущества и перспективы применения гидропривода штанговых скважинных насосов. *Спецтехника и нефтегазовое оборудование*. 2010. № 11-12 (87). С. 18-20.

2. Кукиев П.Д. Гидравлические приводы штанговых скважинных насосов. *Инженерная практика*. 2015. № 4. С.43-50.

3. <https://сферанефтьгаз.рф/tms-2014-4/> (Last accessed: 09.08.2021)

4. Молчанов А.Г., Певнев В.Г., Тарасов К.В. Гидравлический привод штангового скважинного насоса с инерционным уравниванием. *Территория нефтегаз*. 2013. № 4. С. 52–56.

5. <https://nmz-group.ru/catalog/gidroprivody/gidroprivod-shtangovogo-skvazhinного-nasosa-avega/> (Last accessed: 09.08.2021)

6. Седых А.А., Степанов Ю.Г., Абдулин А.Ф. Результаты проведения опытно-промышленных испытаний гидропривода ШГН с функцией рекуперации электроэнергии на фонде ПАО «Оренбургнефть». *Инженерная практика*. 2016. Вып. 03. С. 75-83.

### References

1. Preimuschestva i perspektivy primeneniya gidroprivoda shtangovyih skvazhinnyih nasosov. *Spetstehnika i neftegazovoe oborudovanie*. 2010. No 11-12 (87). P. 18-20. [in Russian]

2. Kukiev P.D. Gidravlicheskie privodyi shtangovyih skvazhinnyih nasosov. *Inzhenernaya praktika*. 2015. No 4. P.43-50. [in Russian]

3. <https://сферанефтьгаз.ру/tms-2014-4/> (Last accessed: 09.08.2021)

4. Molchanov A.G., Pevnev V.G., Tarasov K.V. Gidravlicheskiy privod shtangovogo skvazhinного nasosa s inertsiionnyim uravnovesivaniem. *Territoriya neftegaz*. 2013. No 4. P.52-55. [in Russian]

5. <https://nmz-group.ru/catalog/gidroprivody/gidroprivod-shtangovogo-skvazhinного-nasosa-avega/> (Last accessed: 09.08.2021)

6. Sedyih A.A., Stepanov Yu.G., Abdulin A.F. Rezultatyi provedeniya opytно promyshlovyih ispytaniy gidroprivoda ShGN s funktsiey rekuperatsii elektroenergii na fonde PAO «Orenburgneft». *Inzhenernaya praktika*. 2016. Vyp. 03. P. 75-83. [in Russian]