

*Мирослав Бучинський, канд.техн.наук,
головний механік ПрАТ «Пласт»,
Віталій Шиндель,
провідний механік ПрАТ «Пласт»*

МІСЦЕ ТА РОЛЬ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ОБЛАДНАННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ ПРОМИСЛІВ» В ІНЖЕНЕРНІЙ МЕХАНІЦІ

Висвітлено особливості спеціальності «Обладнання нафтових і газових промислів». Проаналізовано види машин, механізмів, та їх використання в галузі. Обґрунтовано вагоме місце спеціальності в галузевій інженерній механіці. Акцентовано увагу на важливості знань класичної механіки при підготовці фахівців.

Ключові слова: обладнання нафтових і газових промислів, інженерна механіка, буріння, видобування нафти і газу, техніка, машини та механізми.

Вступ

Практично вся діяльність людини пов'язана з використанням машин та механізмів, а більшість галузей промисловості неможливі без використання спеціального технологічного обладнання.

В той же час інженерна механіка – це та частина інженерної науки, яка пов'язана з розробленням, виготовленням та експлуатацією машин і механізмів. Тому історично спеціальність «Обладнання нафтових і газових промислів» відноситься до напрямку підготовки «інженерна механіка» та вивчає як загальнотехнічні так і спеціальні машини та обладнання нафтових і газових промислів. При цьому фахівці цієї спеціальності створюють та експлуатують машини і обладнання для технологічних потреб двох нафтогазових спеціальностей «Буріння свердловин на нафту і газ» та «Видобування нафти і газу», а зазначені технології вирізняються високою машиномісткістю.

Є багато галузевих спеціальностей напрямку підготовки інженерна механіка, та все ж хочеться виділити нашу спеціальність, яка, на мій погляд, займає чільне місце, а наукова спеціальність «Машини нафтової та газової промисловості» займає одну з центральних позицій серед галузевих технічних наук, що забезпечує науково-технічний розвиток, наукові досягнення якої завжди означають прогрес в техніці.

Мета і завдання цієї статті – детальний опис специфіки інженерної спеціальності, щоб не бути голослівним.

Якими критеріями можна оцінити становище інженерної механіки як лідера знань та вмінь серед інших галузевих спеціальностей? Це різнома-

ніття номенклатури обладнання, що використовується; особливості та специфіка конструктивних рішень машин та обладнання; їх технічні характеристики та умови експлуатації; процеси що відбуваються.

Напевне, що дуже мало спеціальностей, а можливо тільки наша вимагає знань та вмінь з такої широкої номенклатури обладнання, яке має надзвичайно широкий діапазон технічних характеристик та умов експлуатації. Який тільки вид загальнотехнічного обладнання не розглянеш, напевно кожен застосовується в нафтогазовій галузі та експлуатується механіком нашої спеціальності.

Виклад основного матеріалу

Передусім слід відзначити, що обладнання нафтових і газових промислів працює у всіх кліматичних зонах – від крайньої півночі до тропічних умов, і як правило, під відкритим небом. Змонтоване та експлуатується як на суші, в тому числі в умовах пустель, непрохідних боліт та вічної мерзлоти, так і на шельфі морів і океанів, в тому числі на морському дні (для прикладу це гирлове обладнання підводного закінчення свердловин). Окрім цього обладнання експлуатується і під землею на глибинах до 6750 м (а в умовах Кольської свердловини понад 11 тисяч метрів) де працює в умовах дуже обмеженого діаметрального простору (як правило від 50 до 147 мм при видобутку та 190...394 мм при бурінні), при високих температурах що досягають 150°C на глибинах 6000 м та в умовах високоагресивного середовища (абразивного і/або корозійноактивного) і піддається значним навантаженням.

Стосовно технічних характеристик обладнання. Широко використовується привод машин потужністю від декількох до тисячі кіловат. При цьому кількість і мало-, і середньо-, і високопотужних приводів, що використовуються в галузі, загалом рівномірна. Наприклад, бурові установки (устатковини) використовують двигуни різних типів, як малопотужні (напр. перемішувачі бурових розчинів), середньопотужні (привод центрифуг, повітряних компресорів тощо), так і високопотужні для приводу основних виконавчих машин та механізмів (насосів, лебідки) з потужністю, що вимірюється сотнями, а то і понад тисячу кіловат. При цьому загальна встановлена потужність на бурових установках сягає декількох тисяч кіловат.

Навантаження, що сприймають чи передають машини, механізми та інструмент досягають значних величин. Наприклад, вантажопідйомність бурової установки може сягати 750 тонн а то і більше, осьові навантаження, що передаються на породоруйнівний інструмент компоновкою низу бурильної колони, сягає десятків тонн, а розтягуюче навантаження на колону труб становить сотні тонн, при цьому крутні моменти можуть перевищувати 100 кНм, а кутові швидкості від декількох до тисяч обертів на хвилину; лінійна швидкість також охоплює весь діапазон значень, що є і в інших технічних галузях промисловості. При цьому ряд обладнання працює в умовах високих тисків, які досягають 150 МПа. А продуктивність насосів сягає сотень кубометрів на годину, продуктивність промислових газомотокомпресорів сягає десяти тисяч кубометрів на годину. При цьому

потужність їх приводу становить 600...1900 кВт. Середовище, з яким працює обладнання також відрізняється: вуглеводні рідкі та газоподібні; високомінералізована вода; високоабразивна та хімічноактивна промивальна рідина, як правило неньютонівської моделі; кислоти та луги; поверхнево-активні речовини; багатокомпонентні хімічні композиції; гірські породи та ґрунти та безумовно атмосферне середовище. Також слід відзначити, що при виготовленні галузевих машин використовується широкий спектр конструкційних матеріалів. Це не тільки ширококовжвані метали, а і спеціальні високолеговані та нержавіючі сталі, матеріали порошкової металургії, композити, металокераміка, різноманітні полімери, матеріали порошкової металургії а також штучні алмази.

Але щоб не склалося хибне враження, відзначаємо, що поряд з таким високопотужними машинами, які працюють в значній мірі в екстремальних умовах, ми експлуатуємо і практично всю гаму техніки, що має ширококовжвані в техніці величини своїх характеристик (вантажопідйомність тонни-десятки тонн, потужність кіловати – десятки кіловат, осьові навантаження кілограм-тонн, тиски від декількох атмосфер до декількох десятків атмосфер, продуктивність літри-кубометри на годину тощо).

Для прикладу розглянемо дещо детальніше галузеве насосне обладнання та привод машин.

Насосна техніка. Насоси бувають динамічної та об'ємної дії, які в свою чергу поділяються на відцентрові, осьові та вихрові; поршневі, плунжерні, гвинтові, діафрагменні, шестерінчасті тощо. Всі ці конструкції знайшли застосування в нафтогазовій галузі. Перекачують: рідкі вуглеводні; воду, в переважній більшості високомінералізовану; кислоти; спирти; луги; багатокомпонентні хімічні композиції; поверхнево активні речовини; високоабразивні та хімічно активні неньютонівські рідини (напр., промивальні рідини) тощо, при від'ємних та понад 100°C температурах. Як правило здатні до широкого регулювання параметрів їх роботи (наприклад, подача та тиск об'ємного насоса змінюється в рази та десятки разів) за рахунок регулювання приводу, механізмів передачі руху та характеристик механічної чи гідравлічної частини насоса. Масогабаритні характеристики насосів бувають в межах 1кг/100мм до 40т/8м (тут і надалі дано орієнтовні значення, близькі до точних, для розуміння їх величини); їх подача може становити від декількох літрів за годину (насоси дозатори для подачі інгібіторів в систему підготовки газу) до 200 кубометрів на годину (бурові поршневі насоси, відцентрові насоси для перекачування рідких вуглеводнів); приводна потужність бурових насосів сягає 2000 кВт! Тиск, що розвивають насоси від декількох атмосфер до 150 МПа! Зокрема, відцентрові насоси для перекачки вуглеводнів, пластових вод розвивають тиски від декількох атмосфер до близько 20 МПа (це наприклад відцентрові насоси секційні типу ЦНС, що широко використовуються в блочних кушових насосних станціях), поршневі бурові насоси розвивають тиск до 50 МПа, а тиск плунжерних насосів мобільних насосних агрегатів, що широко використовуються в галузі для опресування обладнання, закачування в свердловину те-

хнологічних рідин і хімічних композицій, гідророзриву пласта сягають 100 МПа. Плуажерні насоси-дозатори, як правило, працюють в діапазоні тисків 6-40 МПа, а плуажерні насоси для гідровипробувань гирлового обладнання свердловин розвивають до 150 МПа. Також слід зазначити особливості конструкції глибинних насосів, які бувають плуажерними, гвинтовими, відцентровими, діафрагменними та мають зовнішній діаметр, що вимірюється десятками міліметрів та довжину в декілька метрів. При цьому, наприклад, хід плуажера насосу може сягати 5 м (це стосується свердловинних штангових насосів), а довжина штоку (ним є колона насосних штанг), що приводить в рух поршень, може становити близько 3000 м.

Разом з цим насоси служать не тільки для перекачування середовища, а й для приводу машин із зворотно-поступальним, обертовим та поворотним рухом. В тому числі приводять в рух механізми з точним позиціонуванням (системи АСП, механізми захоплення труб систем верхнього приводу тощо).

Привод машин використовується як груповий так і індивідуальний. При цьому дуже широке застосування знайшли двигуни: внутрішнього згорання - поршневі та газотурбінні; електродвигуни - регульовані та нерегульовані, постійного та змінного струму, останні як синхронні так і асинхронні; гідродвигуни обертового, зворотно-поступального та поворотного руху; пневмодвигуни. При цьому гідродвигуни, поряд з ДВЗ та електродвигунами, здійснюють привод високопотужних основних виконавчих машин (наприклад, системи верхнього приводу). Окремо слід відзначити свердловинні електродвигуни та гідродвигуни (турбобури і гвинтові), що приводять в дію породоруйнівний інструмент і працюють в агресивному середовищі промивальної рідини і високих температур та вирізняються малими діаметральними розмірами (85...240 мм) при цьому розвивають крутний момент до 5 кНм та мають частоту обертання сотні обертів на хвилину.

При цьому для передачі руху від приводу до машини використовуються, напевно, практично всі відомі в загальному машинобудуванні види механічних передач для вирішення задач вибору оптимального та/або регулювання швидкості руху, перетворення виду руху, зміни його напрямку, редукування моментів та зусиль, передачі потужності на відстань.

Особливу увагу треба звернути на деякі особливості технологічних комплексів: наприклад, бурової установки. Напевно тільки при бурінні свердловин на нафту і газ здійснюється передача крутного моменту збірним пустотілим вертикально спрямованим валом на відстань понад 5000 м, який водночас служить каналом для подачі технологічної абразивно- та хімічно активної рідини під тиском декілька сотень атмосфер. При цьому крутний момент валу сягає, а то і перевищує 100 кНм, а частота його обертів може сягати 100 об/хв. При цьому осьові розтягуючі навантаження верхньої частини валу становлять сотні тонн, а стискуючі навантаження низу порядку 5-30 тонн. Проміжними опорами для цього валу служить гірська порода стінок свердловини, а мащення здійснюється фільтраційною кір-

кою. Саме таким чином можна класифікувати бурильну колону та охарактеризувати її роботу.

Свердловинна штангова насосна установка являє собою шарнірно-важільний кривошипно-коромисловий механізм, що перетворює обертовий рух двигуна в зворотно-поступальний, який з поверхні передає плунжеру глибинного насоса на відстань до понад 3000 м з регулюванням довжини і частоти подвійного ходу та зрівноваженням механізму передачі руху.

Також використовуються герметизуючі пристрої, які дають можливість крізь ущільнення здійснювати зворотно поступальний та обертовий рух ступінчастого стержня діаметрами 90...150 мм із забезпеченням герметичності газового середовища з тиском 21, 35 а то і 70 МПа – це обертовий превентор (противикидове гирлове обладнання свердловин).

Слід відмітити великий ряд машин, механізмів, апаратів, що служать для розділення середовища. В них використовують не тільки закони механіки, а й хімічні та біологічні процеси. Це, наприклад, за використанням законів класичної механіки – розділення за допомогою гравітаційних сил, відцентрових сил, вібрації, фільтрування, застосування термодинамічних процесів (напр. ефект Джоуля-Томпсона), магнітних та акустичних явищ; фізико-хімічних процесів адсорбції та абсорбції; хімічних процесів хемосорбції, окиснення, відновлення та розкладання, а також біологічні процеси (наприклад, за використанням бактерій).

Таких прикладів можна наводити безліч. Розмаїття процесів, середовищ, видів та величин навантажень вимагають використання сучасних матеріалів, досконалих технологічних процесів виготовлення та досконалості конструкцій, що зможе забезпечити якість та ефективність машини.

В результаті ми отримуємо парк нафтогазопромислових машин, яким притаманні різноманітність конструкцій та виконуваних функцій; широкий діапазон значень технічних характеристик та навантажень які вони сприймають, в тому числі циклічних; велика кількість пар тертя, що працюють в різних умовах; різні види робочого середовища в тому числі високоагресивні. Всі нафтогазопромислові машини відповідно мають широкую гаму видів спрацювання та відмов, що різняться за причиною виникнення, характером прояву та впливу на працездатність. В свою чергу відмови характеризуються кількісними показниками надійності, наприклад, такими як напрацювання на відмову, інтенсивністю відмов, вірогідністю безвідмовної роботи, коефіцієнту готовності, та законами розподілу випадкових величин. При цьому зміна стану машини, що спричиняє відмову, визначається цілим комплексом факторів: конструкцією, використаними в ній матеріалами, якістю виготовлення, дією таких чинників як силові навантаження, тепло, світло, хімічного середовища, тертя, що спричиняють в свою чергу такі перетворення в деталях конструкції, як пластична деформація, утомлюваність, теплове руйнування, хімічне руйнування, зношування машини внаслідок тертя тощо.

З цим усім «різноманітністю» повинен «боротись» інженер-механік, забезпечуючи високу ефективність експлуатації машин. Адже основним по-

садовим обов'язком механіка бурової чи нафтогазовидобувної компанії, як і будь якого іншого експлуатаційного підприємства, є забезпечувати безаварійну та надійну роботу всіх видів обладнання, їх правильну експлуатацію, своєчасне та якісне технічне обслуговування і ремонт, проведення робіт з модернізації та підвищення економічності експлуатації та ремонтного обслуговування обладнання – тобто здійснювати технічно грамотну систему технічної експлуатації парку машин. Тому що ефективність техніки обумовлюється не тільки властивостями, що закладені при створенні, а і рівнем експлуатації, який визначає міру реалізації потенційних можливостей машин; при цьому в процесі експлуатації техніки експлуатаційні витрати та витрати на підтримання і відновлення роботоздатності машин можуть бути в рази вище в порівнянні з їх початковою ціною.

Висновки

Механік нафтогазової галузі повинен володіти глибокими знаннями не тільки конструкцій, функцій та принципу дії машин, технології виконаного процесу в цілому, а в першу чергу фізичних явищ та процесів. Вміти застосовувати для їх опису сучасний математичний апарат. Тому, крім знань спеціальних дисциплін, студент спеціальності «Нафтогазова інженерія та технології» і спеціалізації «Обладнання нафтових і газових промислів» ще на молодших курсах повинен досконало знати механіку. Адже одна з трьох відомих фізичних картин світу (механічна, електродинамічна та квантово-польова) базується на класичній механіці. І тільки аналітична механіка є наукою, яка своїми методами наскрізь пронизує всі три картини світу.

Закони і теореми класичної механіки є фундаментом для всіх розділів прикладної механіки, таких як: теорія механізмів та машин; теоретична механіка; опір матеріалів; гідравліка, термодинаміка та ін. Глибоке знання саме цих дисциплін покращить розуміння конструкції, принципу дії та процесів, що відбуваються в машинах та обладнанні галузі.

Тому тільки сукупність знань фундаментальних, загальнотехнічних та спеціальних дисциплін, вміле їх поєднання, забезпечить належний фундамент високої кваліфікації фахівця інженерної механіки за спеціалізацією «Обладнання нафтових і газових промислів».

Заради справедливості слід відзначити, що вперше думку про місце нашого фаху як лідера в інженерній механіці, що стоїть на піку та творить науково-технічний прогрес промисловості в цілому, співавтор статті, будучи студентом, почув ще в 1992 році від професора кафедри нафтового обладнання, тоді Івано-Франківського інституту нафти газу, Ю.В.Миронова, слухаючи його лекцію з курсу «Машини та обладнання для буріння свердловин». Він сказав, що з легкістю може показати, що інженери механіки спеціальності «Обладнання нафтових і газових промислів» знаходяться на передовій такої науки як інженерна механіка, творять науково-технічний прогрес в техніці та задають темпи і напрям її розвитку. А чому це так – ми зрозуміємо самостійно, набувши знань та досвіду. Можливо це дещо пафосні слова, але на наш погляд в них є велика частка істини.

Думаю, що матеріал цієї статті дозволить студенту ще на університетській лаві осмислити місце нашої спеціальності серед всіх інженерних спеціальностей, виділити її вагомість та побачити відповідальність кожного випускника кафедри перед майбутнім нафтогазової галузі та техніки в цілому. І ще з більшим прагненням здобувати знання та вміння, що дає їм їхня альма-мати .

Література

1. *Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Донецьк : Донбас, 2004. — ISBN 966-7804-14-3.*
2. *Бойко В. С., Бойко Р. В. Тлумачно-термінологічний словник-довідник з нафти і газу. Тт. 1-2, 2004—2006 pp. 560 + 800 с.*

*Myroslav Buchynskiy, PhD, chief mechanic, Joint-Stock Company "Plast"
Vitaliy Shyndel, Lead mechanic, Joint-Stock Company "Plast"*

The features of the specialty "Equipment oil and gas fields ." Analyzed types of machines, and their use in industry. It is proved an important place in the industrial specialty mechanical engineering . Emphasis is placed on the importance of knowledge of classical mechanics with the training .

Keywords: equipment of oil and gas fields, mechanical engineering, drilling, development oil and gas field, equipment, machinery.

*Мирослав Бучинский, канд.техн.наук, главный механик ПрАТ Пласт»,
Виталий Шиндель, ведущий механик ПрАТ «Пласт»*

Раскрыты особенности специальности «Оборудование нефтяных и газовых промыслов». Проанализированы виды машин, механизмов, и их использование в отрасли. Обосновано важное место специальности в отраслевой инженерной механике. Сделан акцент на важности знаний классической механики при подготовке специалистов.

Ключевые слова: оборудование нефтяных и газовых промыслов, инженерная механика, бурение, добыча нефти и газа, техника, машины и механизмы.