

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

**МОДЕЛЮВАННЯ ГВИНТОВОГО ВИБІЙНОГО ДВИГУНА ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ МОДУЛЯ FLOW SIMULATION РЕСУРСУ
SOLIDWORKS**

**Методичні вказівки
до практичних занять з дисципліни
«Моделювання технологічних процесів в нафтогазовій галузі»
для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»**

Затверджено
редакційно-видавничою
радою НТУ «ХП»,
протокол № 3 від 06.10.2021 р.

Харків
НТУ «ХП»
2021

МОДЕЛЮВАННЯ ГВИНТОВОГО ВИБІЙНОГО ДВИГУНА ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ МОДУЛЯ FLOW SIMULATION РЕСУРСУ
SOLIDWORKS. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни
«Моделювання технологічних процесів в нафтогазовій галузі» для студентів
спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» / В. С. Білецький. –
Харків : НТУ «ХП», 2021. – 8 с.

Укладач В. С. Білецький

Рецензент В. М. Орловський

Кафедра видобування нафти, газу та конденсату

ПРАКТИЧНА РОБОТА 23

МОДЕЛЮВАННЯ ГВИНТОВОГО ВИБІЙНОГО ДВИГУНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МОДУЛЯ FLOW SIMULATION РЕСУРСУ SOLIDWORKS¹

У розглядуваному прикладі для моделювання взято вибійний гвинтовий двигун виробництва компанії Wenzel Downhole Tools (Канада) діаметром 171 мм, який застосований, зокрема, при бурінні Гнідинцівського нафтового родовища (Глинсько-Солохівське газонафтоносний район Східного нафтогазоносного регіону України).

При дослідженні ГВД прийняті такі характеристики бурового розчину: густина – 1100 кг/м^3 , динамічна в'язкість – $0,02 \text{ Па}\cdot\text{с}$., питома теплоємність $4,2 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, теплопровідність суспензії $0,6 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Режимні параметри роботи гвинтового двигуна: початкова температура бурового розчину 30°C , тиск на вході у робочу пару ГВД 24 МПа, об'ємна витрата бурового розчину 27 л/с.

Одержані результати.

Для отримання моделей параметричних полів швидкостей робочої рідини, поля тисків, дотичних напружень і температури вздовж поверхні ротора ГВД використано модуль Flow Simulation програмного середовища SolidWorks.

Одержані модельні *поля швидкостей робочої рідини в силовій секції ГВД* показані на рис. 5.22. і 5.23. На рис. 5.22.а показано одержані моделі поля швидкості в площині осьового перерізу робочої пари «ротор-статор», на рис. 5.22.б і 5.22.в – в площинах паралельних осьовому перерізу робочої пари, які проходять через характерні точки максимуму і мінімуму швидкості суспензії.

На рис. 5.23 показано локалізацію характерних точок мінімуму та максимуму швидкості руху бурового розчину та епюри швидкостей в площинах перпендикулярних осьовому перерізу робочої пари, які проходять через точки максимуму і мінімуму швидкості суспензії. Під тиском промивної рідини ротор обкочується по внутрішній поверхні

¹ Нумерація формул збережена за посібником Білецький В.С. Моделювання у нафтогазовій інженерії (Навчальний посібник) – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 328 с.

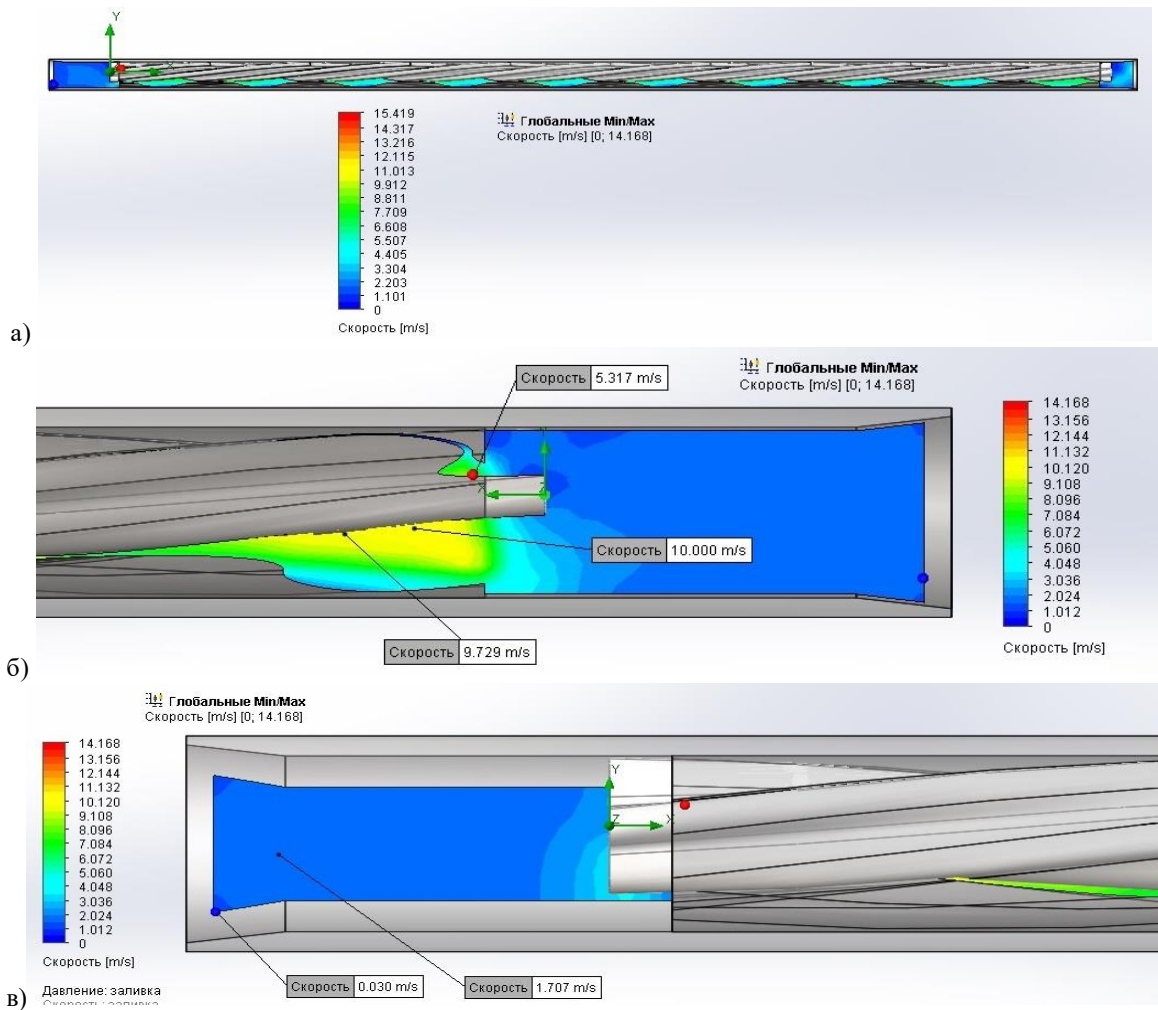


Рисунок 5.22. Модель поля швидкостей бурового розчину в площинах перерізу робочої пари «ротор – статор»: а – переріз в осьовій площині ГВД; б і в – перерізи в площинах паралельних осьовому перерізу робочої пари, які проходять через характерні точки максимуму і мінімуму швидкості суспензії

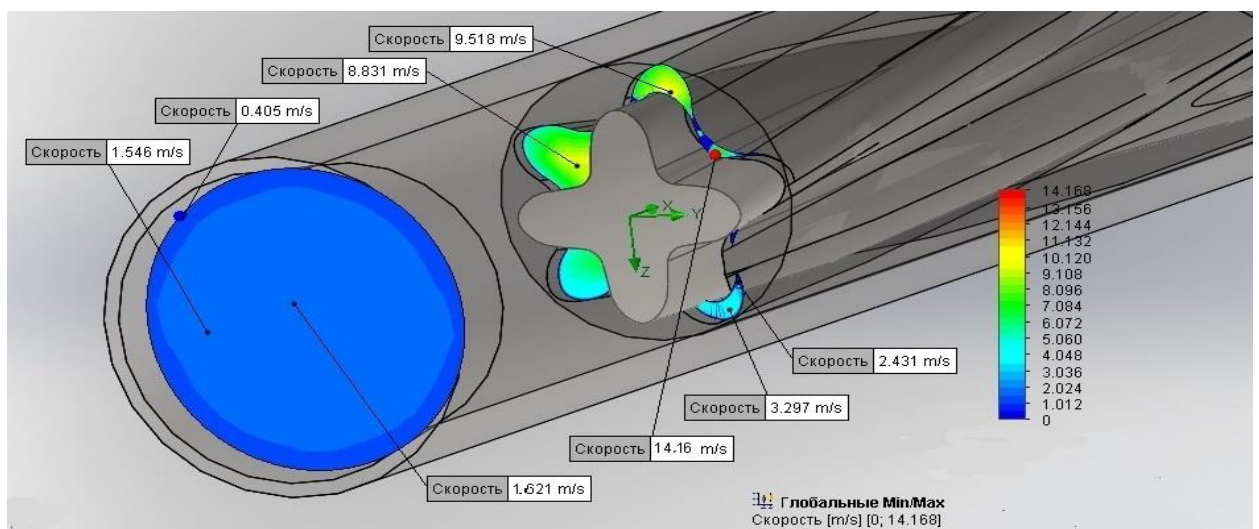


Рисунок 5.23. Модель поля швидкостей в площинах перерізу робочої пари «ротор – статор» в характерних точках максимуму та мінімуму швидкості.

статора, здійснює планетарний рух, який через універсальні шарніри передається валу шпинделя, що обертає породоруйнуючий інструмент.

При цьому, як видно з епюр рис. 5.22. і 5.23., в порожнинах між ротором та статором спостерігається зміна швидкості робочої рідини від максимуму (14, 16 м/с) до мінімуму (2, 431 м/с). Найменша швидкість бурового розчину спостерігається в області входу в робочу секцію – по центру потоку 1,621 м/с, в пристінній зоні корпусу 0,405 м/с.

Таким чином, найбільший знос робочих поверхонь статора і ротора ГВД від твердих частинок слід очікувати в зонах максимальної швидкості потоку, яка визначає кінетичну енергію твердих зерен.

Поля тисків робочої рідини в силовій секції ГВД. На рис. 5.24. показано одержані моделі поля тисків бурового розчину на поверхні ротора – на верхньому рисунку по довжині силової секції ГВД, Рис. 5.24. а, б – в зонах максимального (24 МПа) та мінімального тиску (23,6 МПа). Різниця обумовлена втратою напору рідини по довжині силової секції.

На рис. 5.25. подано одержані моделі поля тисків бурового розчину в поперечних площинах перерізу робочої пари «ротор – статор». Як і слід було очікувати, поля тисків корелюють з полями швидкостей (Рис. 5.22). Чітко простежуються порожнини високого і низького тиску, які утворюються між зубцями ротора і статора. При цьому максимальний тиск (24 МПа) спостерігається в зоні протилежній напрямку обертання ротора. Тобто, за рахунок градієнту тиску на тилову і фронтальну частину зуба ротора останній здійснює планетарний рух щодо осі статора, обкочуючись по зубах гумової обкладки. Зафіксована різниця тисків створює на роторі і статорі моменти сили, рівні за величиною і протилежні за напрямом – активний і реактивний моменти. Активний момент використовується на обертання долота, реактивний момент сприймається колоною бурильних труб і гаситься на стінках свердловин і в приводних механізмах, розміщених на поверхні.

Поля температури бурового розчину в силовій секції ГВД.

На рис. 5.26.а показано одержані моделі поля температури бурового розчину на поверхні ротора ГВД. На рис. 5.26б і 5.26в – температури бурового розчину в площинах паралельних осьовому перерізу робочої пари, які проходять відповідно через характерні точки максимуму і мінімуму температури суспензії. Як бачимо, діапазон температур бурового розчину в силовій секції ГВД досить великий – від 30°C до 144,58°C. Причини нагрівання бурового розчину потребують додаткового вивчення, але свою роль відіграє зафіксоване у дослідженнях (Андоскин В.Н. та ін., 2014) явище гістерезису, в результаті якого при кожному циклі відбувається виділення тепла і саморозігрів гумової обкладки, а також нагрівання бурового робочого елемента і, очевидно, перетворення частини тиску в тепло в парі «ротор – статор».

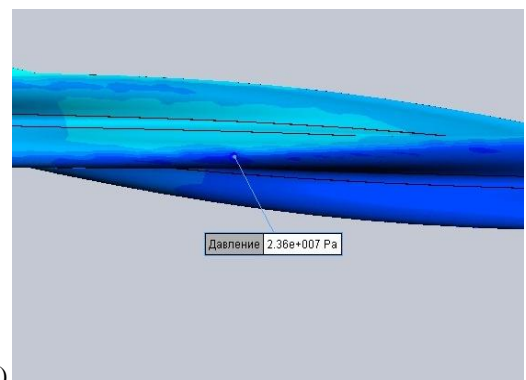
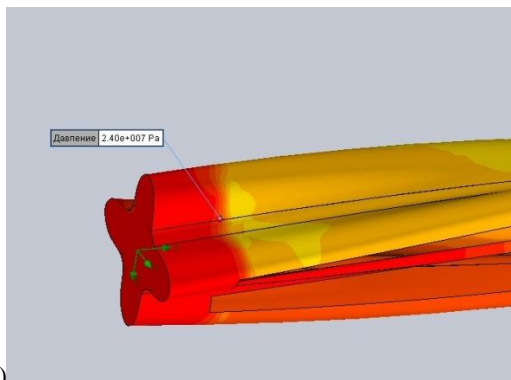
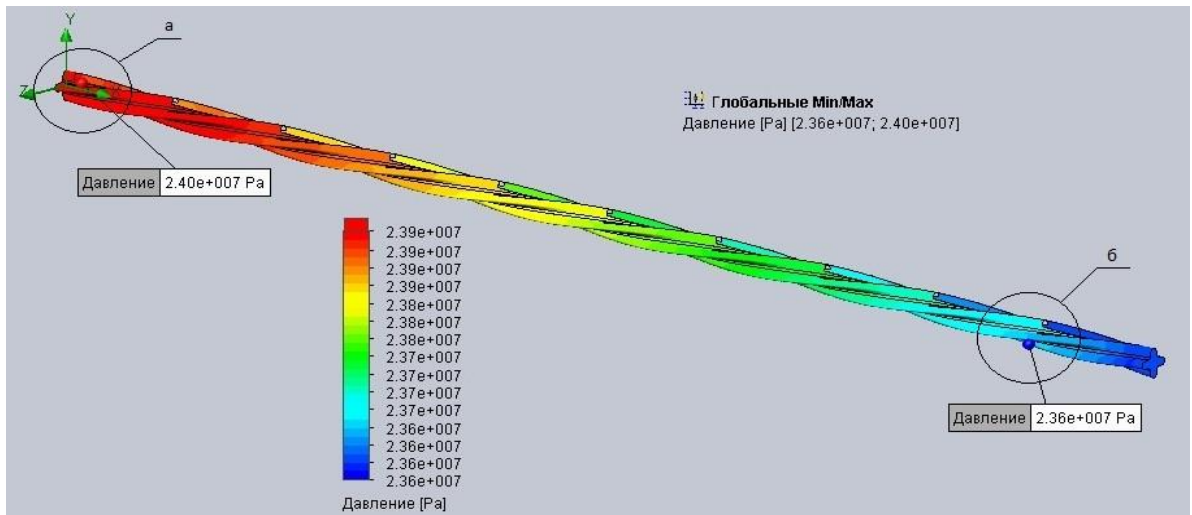


Рисунок 5.24. – Модель поля тиску на поверхні ротора ГВД: а – зона максимальних значень тиску; б – зона мінімальних значень тиску

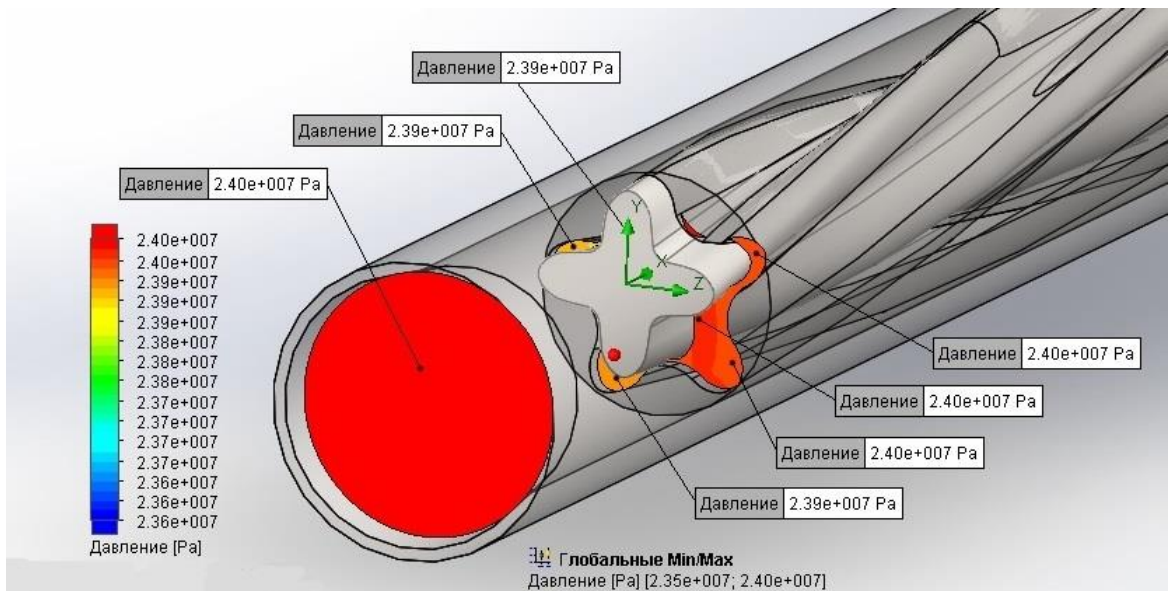


Рисунок 5.25. – Моделі поля тисків бурового розчину в поперечних площинах перерізу робочої пари «ротор – статор».

Максимальна температура нагрівання бурового розчину спостерігається на виході з силової секції (Рис. 5.26.б), мінімальна – на її вході (Рис. 5.26.в).

На рис. 5.27. показано графік зміни температури бурового розчину вичислений SolidWorks на ребрі зуба ротора по довжині силової секції. Ці дані дають уявлення про кількісну оцінку температури бурового розчину. «Піки» – «провали» співпадають з точками дотику ребра ротора до статора.

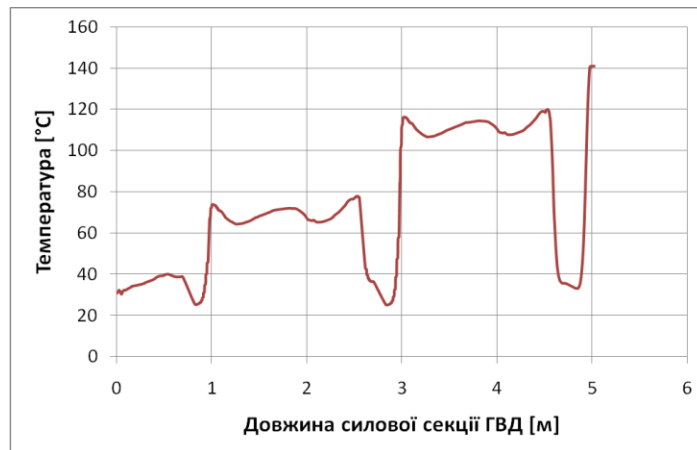


Рисунок 5.27. – Графік зміни температури бурового розчину вичислений на ребрі зуба ротора по довжині силової секції.

Висновки по моделюванню ГВД.

Одержаний матеріал моделей ГВД може бути використаний при гідравлічних і термодинамічних розрахунках вибійного гвинтового двигуна, вибору раціонального режиму його експлуатації.

Навчальне видання

**МОДЕЛЮВАННЯ ГВИНТОВОГО ВИБІЙНОГО ДВИГУНА ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ МОДУЛЯ FLOW SIMULATION РЕСУРСУ
SOLIDWORKS**

**Методичні вказівки
до практичних занять з дисципліни
«Моделювання технологічних процесів в нафтогазовій галузі»
для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»**

Укладач
БІЛЕЦЬКИЙ Володимир Стефанович

Відповідальний за випуск проф. Фик І.М.
Роботу рекомендував до друку проф. Циганков О.В.
В авторській редакції

План 2021 р., поз. 315

Підп. до друку 07.10.2021 р.
Гарнітура Times New Roman.

Видавничий центр НТУ «ХП».
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2
