

УДК 622.23.05

ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ НАВОРОТА-ОТВОРОТА АЛМАЗНОГО ДОЛОТА В САЕ-СИСТЕМАХ

© 2024 А.С. Болдырева, Д.С. Горяинов

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 26.06.2024

В данной статье представлен прочностной расчет приспособления для наворота долота (ПНД) с учетом условий его эксплуатации с целью определения причины его разрушения в реальных условиях. Представлены результаты расчеты, 3D модель и сетка конечных элементов. Установлена причина разрушения ПНД при эксплуатации на основании полученных результатов.

Ключевые слова: расчет на прочность, приспособление для наворота долота, плита, ниппель, буровая колонна, буровое долото.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4(2)-272-275

EDN: JBAKTT

В процессе бурения скважин большую роль играет сборка компановки буровой колонны. При сборке компановки применяется специальное оборудование, одно из них приспособление для наворота долота (ПНД) (рис.1)), которое используется для свинчивания долота с буровой колонной – приспособление для наворота долота [1] (ПНД (рис.1)). ПНД зависят от конструкции бурового стола ротора и от конструкции долота, для которого оно предназначено [2].

ПНД состоит из плиты, являющейся опорой и основной составляющей, ручек для установки перемещения ПНД, замка и осей для предотвращения вылета долота из приспособления (рис. 1).

Применяется приспособление следующим образом: ПНД закрепляется в параллелях стола ротора [3]. В паз плиты ПНД устанавливается

долото путем совмещения его ниппельной части, которая должна соединяться с трубой. Труба навинчивается на ниппельную часть долота с определенным крутящим моментом, который зависит от присоединительной резьбы. В процессе бурения ПНД не участвует [7].

В процессе навинчивания долот плиты ПНД часто ломаются без возможности на исправность. Цель данной работы: выяснить причину поломки плиты при его эксплуатации.

Материал плиты – сталь 40Х ГОСТ 4543-2016, толщина 45 мм. Изготавливается плита из листового металла [3].

В связи с тем, что в процессе навинчивания задействованы только плита и ниппельная часть долота, в работе построена сборная 3D модель только плиты и ниппеля с помощью САД



Рис. 1. Приспособление для наворота долота (а) и его 3D- модель (б)

Болдырева Анастасия Сергеевна, аспирант кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты». E-mail: nastena.boldyreva.99@mail.ru

Горяинов Дмитрий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты». E-mail: tmsi@samgtu.ru

систем (программа Solid Edge), также смоделирован процесс эксплуатации ПНД с помощью САЕ систем в программе Ansys [13] (рис.2).

Ниппель посажен в плиту с зазором 6 мм, поэтому в процессе навинчивания трубы на ниппель, он (ниппель) проворачивается в пазу

плиты, и образуются стыки между поверхностями паза ниппеля и поверхностями паза ПНД. Для получения более точных результатов была смоделирована сборка ПНД и ниппеля с учетом стыков [12].

Материал для всех элементов выбран единый, который по умолчанию выбран программой (Ansys) - Structural steel [14], т.к. модуль упругости (влияет на прочность и на его способность сопротивляться разрушению при приложении нагрузки) примерно одинаковый для углеродистой и легированной сталей: $E=1,89...2,5 \cdot 10^5$ МПа [4].

Для получения более точных результатов в местах стыка применялось уплотнение сетки конечных элементов командой refinement [14]. Полная сетка конечных элементов показана на рис. 3.

Нижняя часть паза ниппеля не касается плиты, поэтому контактная пара задавалась между верхней поверхностью плиты и плоской поверхностью ниппеля, а также между стенками паза и плоскими поверхностями паза ниппеля.

Крутящий момент на ниппель задавался равным $22 \text{ кН} \cdot \text{м} = 22000 \text{ Н} \cdot \text{м}$ в соответствии с рекомендуемым моментом свинчивания трубы при сборке буровой колонны [6] (рис.4).

В результате в местах стыка ниппеля и плиты эквивалентные напряжения по Мизесу (получилось $\text{max} \sim 600 \text{ МПа}$) превышают допустимые значения напряжений при кручении стали 40Х ($\sigma_{\text{кр.}} = 2400 \text{ гкс/см}^2 = 147,09 \text{ МПа}$ (рис. 5)

Таким образом, причиной разрушения плиты ПНД является такой большой зазор (6 мм), в результате которого образуются небольшие

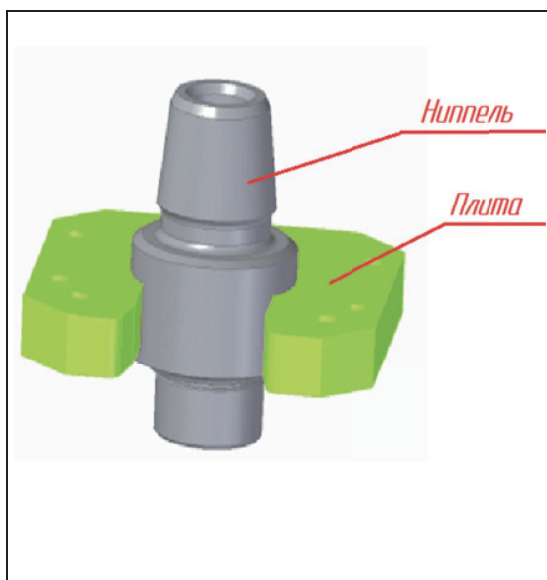


Рис. 2. 3D сборка плиты и ниппеля

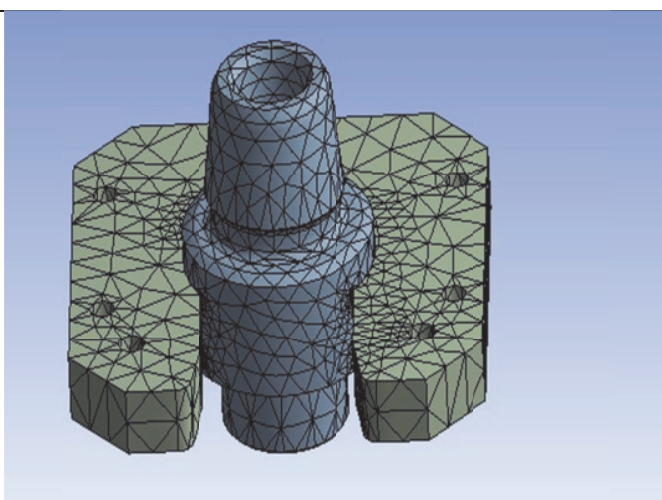


Рис. 3. Сетка конечных элементов

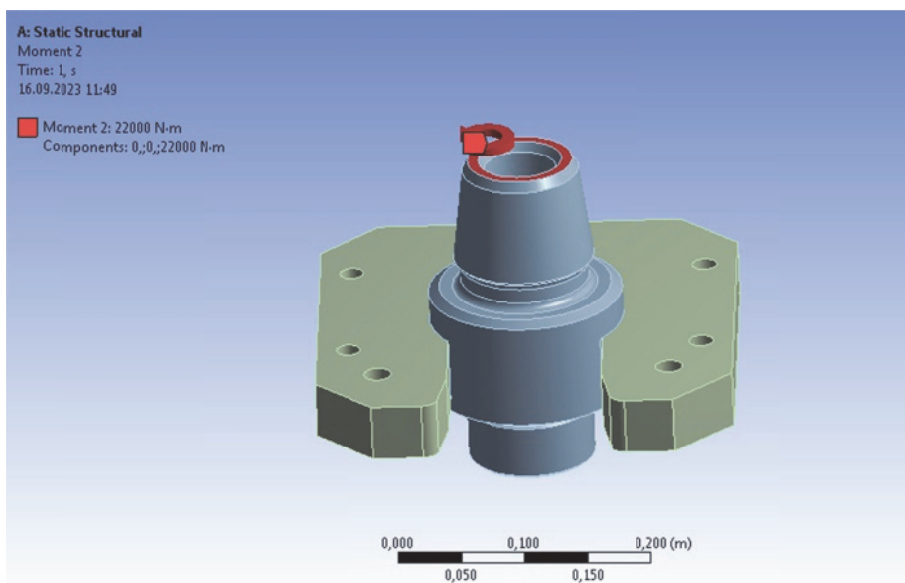


Рис. 4. Задание момента навинчивания

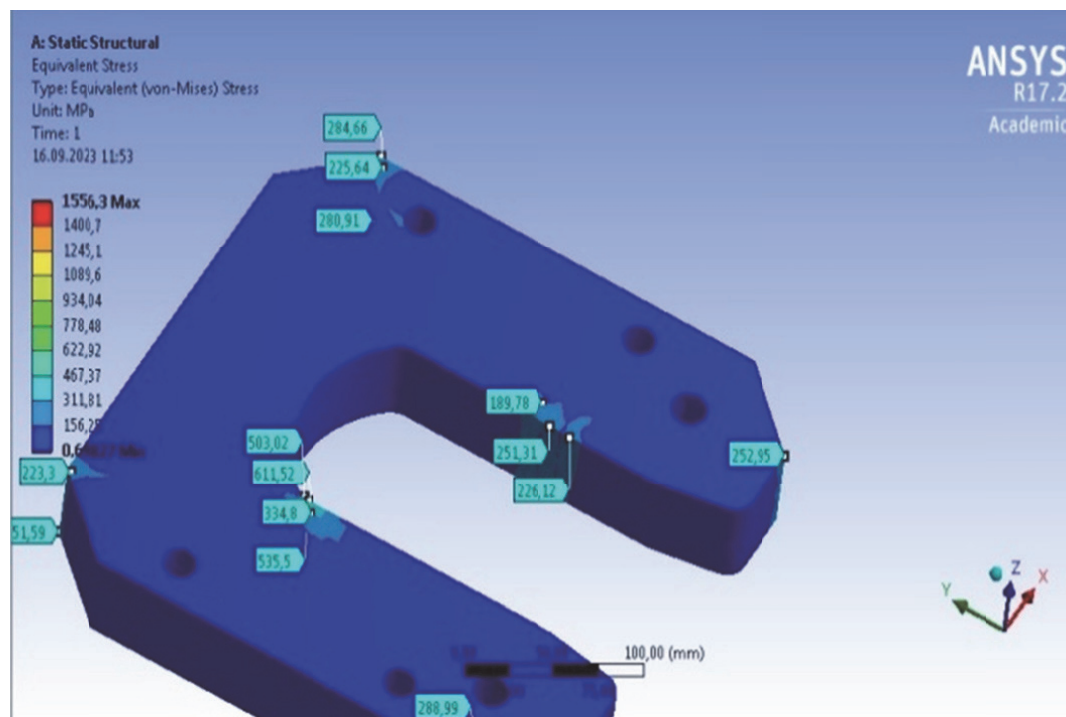


Рис. 5. Получившиеся эквивалентные напряжения по Мизесу

площади контакта между плитой и ниппелем. Эти площади контакта берут на себя все напряжения при свинчивании (т.к. нагрузка сконцентрирована в местах контакта), что приводит к разрушению плиты.

ВЫВОДЫ

Разработана модель эксплуатации ПНД при свинчивании трубы с ниппелем.

Получены результаты, которые соответствуют реальным при эксплуатации ПНД на буровой.

На основании полученного результата найдена причина разрушения ПНД, что являлось главной целью работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьев, Д.А. Технологический процесс замены долота при бурении скважины. Ротор (устройство и использование) / Д. А. Кондратьев // Труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2018. – С. 685-687.
2. Цуприков, Л.А. Интеллектуальная система адаптивного управления технологическим процессом бурения нефтегазовых скважин: Дисс. ... докт. техн. наук: 05.13.06. – Л.А. Цуприков. – Краснодар, 2021.
3. Патент № RU 2064851 С1 Российская Федерация. Приспособление для навинчивания и отвинчи-

- вания буровых долот : № 92012861/03 : заявл. 18.12.1992 : опубл. 10.08.1996 / Куртов В.Д., Панин Н.М., Зейналов Р.Р., Исмаилов Ф.Н. – 7 с.
4. Павлевич, А. ANSYS MECHANICAL APDL ИЛИ ANSYS MECHANICAL WORKBENCH? / А. Павлевич, Н. Староверов // САПР и графика. – 2020. – № 6. – С. 78-80.
5. Патент № 2119037 Российская Федерация, МПК E21B 12/00. Приспособление для навинчивания и отвинчивания буровых долот: № 96118596/03 : заявл. 18.09.1996 : опубл. 20.09.1998 / Куртов Вениамин Дмитриевич, Панин Н.М., Зейналов Рахиб Рашид оглы, Исмаилов Фазим Наджиф оглы, Будзарь Михаил Иванович. – 7 с.
6. Долота лопастные, режущего действия, оснащенные резцами с алмазной твердосплавной пластиной. Общие технические требования. – АНО «Институт нефтегазовых технологических инициатив», 2022. – 81 с.
7. Чулкова, В.В. Критерий выбора долота PDC с антивибрационными вставками / В.В. Чулкова, Р.А. Ганджумян // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2014. – № 1.
8. Сароян, А.Е. Теория и практика работы буровой колонны / А.Е. Сароян. – М: Недра, 1990.
9. Журавлев, А.Н. Влияние тепловых деформаций на качество сборки под сварку резьбовых соединений / А.Н. Журавлев, М.А. Борисов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2010. – № 1(21). – С. 126-132.
10. Пронин, В.А. Введение в расчетную платформу Ansys Workbench: Лабораторные работы. Часть 1. / В.А. Пронин, Д.В. Жигновская, В.А. Цветков. – СПб: Университет ИТМО 2019. – 46 с.
11. Чигарев, А.В. ANSYS для инженеров: справочное пособие / А.В. Чигарев, А.С. Кравчук, А.Ф. Смалюк.

- М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.
12. Цзэнган, Ли. ANSYS 8.0: анализ конструкций и примеры / Ли Цзэнган. – Пекин, 2007. – 586 с.
 13. Чаохуй, Чжан. ADAMS: основное руководство и примеры использования / Чжан Чаохуй. – Пекин, 2006. – 482 с.
 14. Бруйка, В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench. Учебное пособие. Часть 1 / В.А. Бруйка. – М.: МАМИ, 2010.
 15. Ansys Workbench – универсальная платформа, объединяющая продукты Ansys для моделирования задач гидрогазодинамики. – URL: https://techgidravlika.net/view_post.php?id=61 (дата обращения: 18.12.2023).

CALCULATION OF THE STRENGTH OF THE DEVICE FOR THE TWIST-TURN OF THE CHISEL

© 2024 A.S. Boldyreva, D.S. Goryainov

Samara State Technical University, Samara, Russia

This article presents a strength calculation of a device for turning a chisel (HDPE) taking into account its operating conditions in order to determine the cause of its destruction in real conditions. The results of calculations, a 3D model and a finite element grid are presented. The reason for the destruction of HDPE during operation is established on the basis of the results obtained.

Keywords: strength calculation, device for turning the bit, plate, nipple, drill string, drill bit.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4(2)-272-275

EDN: JBAKTT

REFERENCES

1. Kondrat'ev, D.A. Tekhnologicheskij process zameny dolota pri burenii skvazhiny. Rotor (ustrojstvo i ispol'zovanie) / D. A. Kondrat'ev // Trudy XXII Mezhdunarodnogo simpoziuma imeni akademika M.A. Usova studentov i molodyh uchenyh, posvyashchennogo 155-letiyu so dnya rozhdeniya akademika V.A. Obrucheve, 135-letiyu so dnya rozhdeniya akademika M.A. Usova, osnovatelej Sibirskoj gorno-geologicheskoy shkoly, i 110-letiyu pervogo vypuska gornyh inzhenerov v Sibiri. – Tomsk: Nacional'nyj issledovatel'skij Tomskij politekhnicheskij universitet, 2018. – S. 685-687.
2. Cuprikov, L.A. Intellektual'naya sistema adaptivnogo upravleniya tekhnologicheskim processom bureniya neftegazovyh skvazhin: Diss. ... dokt. Tekhn. nauk: 05.13.06. – L.A. Cuprikov. – Krasnodar, 2021.
3. Patent № RU 2064851 C1 Rossijskaya Federaciya. Prispособlenie dlya navinchivaniya i otvinchivaniya burovyh dolot : № 92012861/03 : zayavl. 18.12.1992 : opubl. 10.08.1996 / Kurtov V.D., Panin N.M., Zejnalov R.R., Ismajlov F.N. – 7 s.
4. Pavlevich, A. ANSYS MECHANICAL APDL ILI ANSYS MECHANICAL WORKBENCH? / A. Pavlevich, N. Staroverov // SAPR i grafika. – 2020. – № 6. – S. 78-80.
5. Patent № 2119037 Rossijskaya Federaciya, MPK E21B 12/00. Prispособlenie dlya navinchivaniya i otvinchivaniya burovyh dolot: № 96118596/03 : zayavl. 18.09.1996 : opubl. 20.09.1998 / Kurtov Veniamin Dmitrievich, Panin N.M., Zejnalov Rahib Rashid ogly, Ismajlov Fazim Nadzhif ogly, Budzar' Mihail Ivanovich. – 7 s.
6. Dolota lopastnye, rezhushchego dejstviya, osnashchennye rezcami s almaznoj tverdospavnoj plastinoj. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. – ANO «Institut neftegazovyh tekhnologicheskikh iniciativ», 2022. – 81 с.
7. Chulkova, V.V. Kriterij vybora dolota PDC s antivibracionnymi vstavkami / V.V.Chulkova, R.A. Gandzhumyan // Vestnik Associacii burovyh podryadchikov. – 2014. – № 1.
8. Saroyan, A.E. Teoriya i praktika raboty buril'noj kolonny / A.E. Saroyan. – M: Nedra, 1990.
9. Zhuravlev, A.N. Vliyanie teplovyh deformacij na kachestvo sborki pod svarku rez'bovyh soedinenij / A.N. Zhuravlev, M.A. Borisov // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika S.P. Korolyova (nacional'nogo issledovatel'skogo universiteta). – 2010. – № 1(21). – S. 126-132.
10. Pronin, V.A. Vvedenie v raschetnyy platformu Ansys Workbench: Laboratornye raboty. CHast' 1. / V.A. Pronin, D.V. Zhignovskaya, V.A. Cvetkov. – SPb: Universitet ITMO 2019. – 46 s.
11. Chigarev, A.V. ANSYS dlya inzhenerov: spravocnoe posobie / A.V. Chigarev, A.S. Kravchuk, A.F. Smalyuk. – M.: Mashinostroenie, 2004. – 512 s.
12. Czengan, Li. ANSYS 8.0: analiz konstrukcij i primery / Li Czengan. – Pekin, 2007. – 586 s.
13. Chaohuj, Chzhan. ADAMS: osnovnoe rukovodstvo i primery ispol'zovaniya / Chzhan Chaohuj. – Pekin, 2006. – 482 s.
14. Bruyaka, V.A. Inzhenernyj analiz v Ansys Workbench. Uchebnoe posobie. Chast' 1 / V.A. Bruyaka. – M.: МАМИ, 2010.
15. Ansys Workbench – universal'naya platforma, ob»edinyayushchaya produkty Ansys dlya modelirovaniya zadach gidrogazodinamiki. – URL: https://techgidravlika.net/view_post.php?id=61 (data obrashcheniya: 18.12.2023).

Anastasiia Boldyreva Postgraduate Student of the Department of TMSI. E-mail: nastena.bolyreva.99@mail.ru.

Dmitry Goryainov, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor. E-mail: tmsi@samgtu.ru