

6. Пашкова Л.А. Влияние автобалансирующих устройств на износ шлифовальных кругов и качество обрабатываемой поверхности: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 01.02.06 „Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры“. – Томск, 1999. – 24 с.
7. Філімоніхін Г.Б. Зрівноваження і віброзахист роторів автобалансирами з твердими коригувальними вантажами: Монографія (за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин). – Кірово-град: КНТУ, 2004. – 352 с.
8. Emanuelsson S. Introducing Automatic Balancing as a Means to Reduce Imbalance Induced Vibrations in Electrical and Air-Powered Hand-Held Angle Grinders (Power Tools). – Proceeding, 49th International Appliance Technique Conference. – 1998. – P. 282–293.
9. Miwa T, Suzuki K, Kawaguchi T, Kawaguchi Y, Ohtsu S, Date O Reduction of grind vibration by balancing. – Industrial Health. – 1984. – V. 22. – P. 59–74.
10. Rajalingham C., Rakheja S. Whirl suppression in handheld power tool rotors using guided rolling balancers – J. Sound Vibr. – 1998, – V. 217, – P. 453–466.
11. Маслов Е.Н. Теория шлифования материалов. – М.: Машиностроение, 1974. – 319 с.
12. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с.

13. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. – М.: Физматгиз, 1959. – 918 с.
14. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – М.: Наука, 1974. – 503 с.
15. Найфэ А. Введение в методы возмущений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 535 с.

Построена математическая модель движения ручной шлифовальной машины, установленной на кулису, которую удерживает цилиндрический вязкоупругий шарнир, диск которой уравнивается шариковым (роликовым) автобалансиrom. Найден условия существования и наступления режима автобалансировки.

Ключевые слова: автобалансир, уравнивание, дисбаланс, диск, ручная шлифовальная машина

Mathematical model of motion of portable grinder set on rotating link with disk counterbalanced by roller-type autobalancer has been made. The terms of existence of autobalancing mode have been found out.

Keywords: autobalancer, balancing, disbalance, disk, portable grinder

Рекомендовано до публікації д.т.н. Г.Б. Філімоніхіним 03.05.10

УДК 621.643.41

© Кузнецова Т.А., Зиборов К.А., Чернуха Л.И., Марьенко В.Н., 2010

Т.А. Кузнецова, К.А. Зиборов, Л.И. Чернуха, В.Н. Марьенко

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОЕДИНЕНИЙ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ГЛУБОКОВОДНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА (РАЙЗЕРОВ). 2. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ РАЙЗЕРОВ

Т.А. Kuznetsova, К.А. Ziborov, L.I. Chernukha, V.N. Maryenko

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF JOINTS OF DEEP-WATER VERTICAL PIPES OF LARGE DIAMETER (REISERS). 2. THREADED CONNECTIONS OF RAISERS

При бурении и добыче полезных ископаемых с больших глубин морей применяют трубные ставы, составленные из труб длиной 12 метров. Проанализировано порядка 1200 отечественных и зарубежных патентов. Наиболее приемлемы для использования в заданных условиях эксплуатации всего несколько типов трубных соединений. Особенно перспективны резьбовые соединения с трапецеидальным, прямоугольным, круглым и специальным профилями резьбы со стопорными устройствами. Приведены данные о профиле резьбы, дающем практически равномерное распределение нагрузки по длине резьбовой поверхности.

Ключевые слова: труба, соединение, требования, нагрузка, прочность, надежность, простота

Введение. В настоящее время в морской буровой технике, нефтепромысловой и газовой промышленности при добыче полезных ископаемых: газа, нефти и газогидратов со дна моря применяют трубные ставы. Анализ порядка 1200 патентов показал, что приемлемы для использования всего лишь несколько типов трубных соединений.

Применить известные соединения без доработок, дополнений, изменений не представляется возмож-

ным в связи со спецификой условий эксплуатации (большие глубины, нагрузки вертикальные и радиальные, большие диаметры).

Для заданных условий эксплуатации при соединении труб больших диаметров могут быть использованы резьбовые, байонетные, фланцевые, хомутовые соединения, с запирающими собачками. Особенно перспективны байонетные, фланцевые и резьбовые соединения с трапецеидальным профилем резьбы и дополнитель-

ними элементами, обеспечивающими постоянство затяжки и стопорения соединения от рассоединения.

Цель данной статьи. На основе сформулированных требований [1] проведен анализ отечественных и зарубежных патентов и литературных источников с целью рекомендаций перспективных тяжело нагруженных резьбовых трубных соединений.

Резьбовые соединения отличаются от применяемых для этих целей тем, что прижимающие усилия, необходимые для надежного уплотнения соединения, получают комбинацией резьбовых элементов. Эти элементы можно в общем случае подразделить на такие, которые можно соединять с концами труб только сваркой или пайкой, или путем конической резьбы [2–5].

Заслуживает внимания опыт зарубежных фирм по применению на нефтяных промыслах для обсадных труб больших диаметров резьбовых соединений.

Так, фирма „Hunting“ (Великобритания) применяет муфты „Талон – 10“ , имеющие характеристику, приведенную в табл.1

Результаты испытаний соединительной муфты 30` x 1` на изгиб (приложение изгибающего момента 2·10⁶ фунт-сила/фут), на усталость (испытание проводилось при ±6000 фунт-сила/дм² до 10 млн циклов, затем повысилось до ±12,5·10³ фунт-сила/дм² для дополнительных 3·10⁵ циклов), колонны труб на удар (2200 ударов молота 16,5·10⁴ фунт-сила/фут/удар) не обнаруживали каких-либо деформаций и повреждений.

Таблица 1

Характеристика муфт „Талон-10“

Размер, дюйм	Диаметр, дм		Момент изг, фунт-сила / фут млн циклов	Растягивающее усилие, фунт-сила, млн циклов
	наружный	внутренний		
16	16,750	14,250	0,75	1,90
20	21,500	18,750	1,39	2,40
6	26,625	24,000	1,87	2,80
30	30,000	27,000	2,44	3,20

Соединительные муфты „Swift-DW“ этой же фирмы рассчитаны на работу в условиях исключительно неблагоприятных комбинированных нагрузок без нарушения целостности соединения. Хорошо зарекомендовавшее себя в нефтяной промышленности резьбовое соединение обеспечивает быструю и надежную сборку, а „вспучивание“ собранного узла устраняется за счет использования конической резьбы (рис. 1). Характеристики муфт приведены в табл. 2

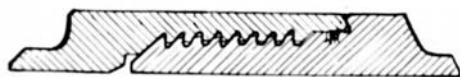


Рис. 1. Резьбовая соединительная муфта “Hunting Swift”

Представляют интерес результаты испытаний прочности резьбовых соединений толстостенных обсадных труб типа „Интеграл“ “JJ-VAM” [6].

Установлено, что разрушение соединения произошло на конце ниппельной резьбы при общей разрушающей нагрузке, почти равной пределу прочности трубы при растяжении. Предел прочности трубы на конце ниппельной резьбы составляет около 85% прочности тела трубы ввиду меньшей площади поперечного сечения.

Таблица 2

Характеристика муфт „Swift-DW“

Диаметр, дюйм	Наружный диаметр, дюйм	Нагрузка до предела текучести		
		растягивающая нагрузка, кН	изгибающий момент, кНм	внутреннее давление, кгс/см ²
16	17,500	5785	655,3	140,6
18	20,125	7120	791,0	161,7
20	21,500	8900	1061,5	193,3
24	25,500	9790	1250,0	193,3

Для труб больших диаметров применяют раструбные резьбовые соединения, причем для облегчения свинчивания резьба выполнена не сплошной, а прерывистой, что уменьшает трение в резьбе, увеличивает ее целостность, а, значит, и надежность соединения, упрощает и ускоряет сборку (пат. Франции №2322323, пат. США №3442536, рис. 2). Для предотвращения отвинчивания служат специальные планки, монтируемые на наружной стороне раструбной части (пат. Франции №2322323) или стопорные выступы на внутренней поверхности наружной цилиндрической детали (пат. Франции №2530048).

В большой степени требованиям, предъявленным к трубным соединениям, отвечает коническое резьбовое соединение, которое наиболее близко к равнопрочному. Коническая резьба широко применяется в буровой технике, так как выдерживает большие осевые ударные нагрузки и большой крутящий момент.

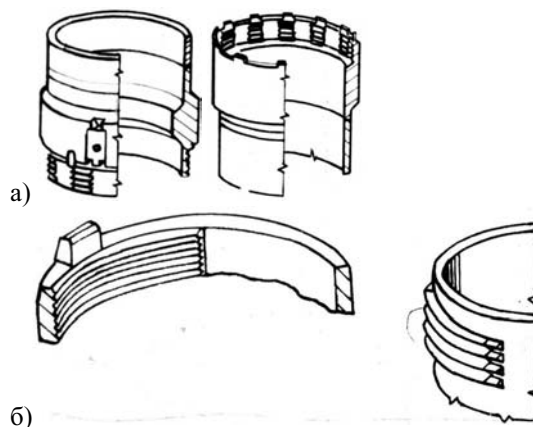


Рис. 2. Трубное соединение а – пат. Франции №2322323; б – пат. США №3442536

Чтобы приблизиться к равнопрочному резьбовому соединению, изготовители, в отдельных случаях, решают проблему путем нарезания ступенчатой цилиндрической резьбы.

дрической резьбы, приближающейся по своей характеристике к конической резьбе.

В этой связи большой интерес представляют двухступенчатые резьбовые конструкции интегральных трубных соединений компании „Хайдрил“ (США) (рис. 3), которые относятся к соединениям высшего качества и предназначены специально для сложных или необычных режимов работы.



Рис. 3. Трубное соединение ХАЙДРИЛ СТС для обсадных труб

Наиболее характерными конструктивными особенностями этих соединений являются:

- многократные, широко разнесенные уплотнения „металл-металл“, обеспечивающие высокую надежность уплотнения;
- не заклинивающие резьбы;
- высокий предел прочности на растяжение;
- многочисленные буртики – для большего крутящего момента и торсионной прочности;
- равномерный внутренний диаметр всего соединения (без уплотнений или выступов), который улучшает характеристики потока и снижает эрозионно-коррозионные воздействия;
- высокая прочность на изгиб;
- высокая прочность на сжатие.

В целом, к достоинствам резьбовых соединений следует отнести:

- обеспечение соосности и частичного уплотнения;
- малое количество деталей;
- возможность применения механизации сборки (с использованием приспособлений для свинчивания труб с ограничителем момента).

Недостатками резьбовых соединений ХАЙДРИЛ СТС являются:

- наличие гидравлических сопротивлений в местах перепада давления;
- для труб большого диаметра (500–600 мм) невозможность высадки концов под резьбу, для труб большого диаметра целесообразно изготавливать попарно ниппели с резьбой и приваривать их к трубам, так как нарезание резьбы на таких трубах связано с большими технологическими трудностями из-за больших габаритов и обусловленных этим погрешностями;
- невозможность обеспечения без специальных фиксаторов постоянного натяга необходимой величины;
- согласно теории Жуковского, в резьбовом соединении основная часть нагрузки воспринимается крайними (по отношению к месту приложения нагрузки) витками резьбы. Неравномерное нагружение витков резьбы может привести при переменной нагрузке к разрушению резьбы;
- при действии в радиальном сечении разнонаправленных нагрузок возможность разъединения;
- необходимость защиты наружной резьбы от механических повреждений при транспортировании.

Также к недостаткам резьбовых соединений труб большого диаметра следует отнести большой момент свинчивания для создания необходимого усилия затяжки. Этот фактор весьма важен и требует специального решения, которым, например, может быть соединение фирмы Cameron Iron Works (США) (пат. США №4265470, рис. 4).

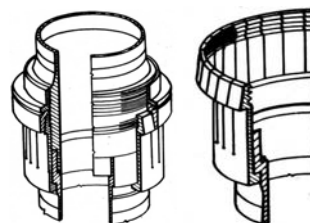


Рис. 4. Трубное соединение пат. США №4265470

В этом соединении весьма удачно сочетание в резьбе несущей конструкции и функции по предотвращению самоотвинчивания путем оригинального использования разрезной резьбовой втулки с упором и наружной конической поверхностью, а также поджимающего элемента в виде втулки с внутренней конической поверхностью. Однако серьезным недостатком такого соединения являются концентраторы напряжений в виде нарезов на втулке, ослабление ее прочности и коррозия этих участков.

И все же, в связи с очевидными достоинствами резьбовых соединений и имеющимися недостатками в части ослабления прочности тела нарезанной части трубы, конструкторы в отдельных случаях идут на соединения, в которых один конец трубы имеет резьбу, а второй отбортован (пат. Франции №24074 19, рис. 5).



Рис. 5. Трубное соединение пат. Франции №2407419

Ключом к получению некоторых преимуществ является муфта с дифференциальной резьбой [7]. Шаг резьбы в верхней части соединения больше шага резьбы в его нижней части. Вследствие этого различия эффективный шаг всей муфты эквивалентен малому шагу резьбы (допустим, 20 виткам на дюйм), в то время как фактически резьбы являются крупными (например, 4 и 5 витков на дюйм). Таким образом, эти соединения обеспечивают большое механическое преимущество в достижении высокого значения предварительного натяжения и приемлемых величин крутящего момента при сохранении прочности, устойчивости к разрушению и простоты состыковки резьб крупного шага. В таком соединении используется пружинное стопорное кольцо для обеспечения уплотнения типа „металл-металл“.

Высокое предварительное натяжение увеличивает статическую прочность и усталостную долговечность соединений. В то же время эти соединения имеют тонкий профиль и их диаметр меньше, чем у обыч-

ных не резьбовых соединений со сравнимыми характеристиками.

В случае применения резьбовых соединений следует особое внимание уделить форме профиля резьбы, так как от него зависит плотность и прочность соединения, восприимчивость к осевой нагрузке, способность выдерживать большие моменты свинчивания и т.д. Наиболее распространенными для передачи больших нагрузок при работе в агрессивной среде являются трапецидальный, прямоугольный, круглый профили резьбы (рис. 6).

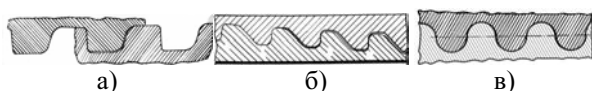


Рис. 6. Виды профилей резьбы а – пат. США №3468563; б – пат. США №2909380; в – пат. США №4113290

В соединении SS-B для обсадных труб используется трапецидальная резьба „Батресс“ по стандартам АНИ [8–10] с углом наклона профиля 10° и 3°. Благодаря небольшому углу наклона (3°) стороны профиля обеспечивается более полный контакт резьбовых поверхностей, исключаются радиальные усилия от действия растягивающих нагрузок, что обуславливает соединению высокую прочность растягивающим нагрузкам. Прочность соединения SS-B растягивающим нагрузкам превосходит прочность тела резьбы.

Трапецидальный профиль резьбы способствует правильной посадке трубы в муфту и быстрому свинчиванию благодаря:

- малому углу наклона профиля резьбы 10–3°;
- большому по сравнению с резьбой треугольного профиля шагу. Крупный шаг (5 ниток/дюйм) позволяет уменьшить время свинчивания в 2,5 раза;
- конусному исполнению резьбы, что обеспечивает центровку свинчивания. Любые смещения или перекосы автоматически исправляются, поэтому невозможно заедание резьбы.

Соединение SS-B обладает стойкостью к повреждению за счет большого профиля по сравнению с треугольной резьбой, а также благодаря форме самого профиля.

Герметичность соединения обеспечивается упругопластичными свойствами уплотнительных колец из тефлона (фтороуглеродородная смола).

Замки VAM для обсадных и насосно-компрессорных труб, производимых фирмой „Валлурек“ [11], представляют муфтовое резьбовое соединение с резьбой конусностью 6,25% трапецидального профиля типа „Батресс“. Форма нитей резьбы, имеющих широкие и плоские вершины, и конусность делают практически невозможными перекрещивание (срыв) резьбы. Очень высокий момент свинчивания исключает развинчивание соединения.

Резьбовое соединение для труб больших диаметров, обозначенное „Большая Омега“ [12], имеет конус 1:75, профиль резьбы имеет одну 0° боковую сторону, которая является несущей при растягиваю-

щей нагрузке и обладает отличными свойствами привинчивания (рис. 7).

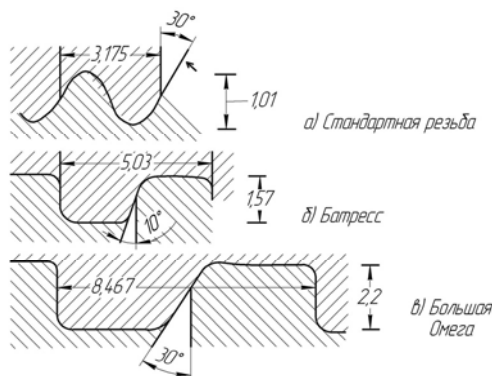


Рис. 7. Сравнение профилей резьбы обсадных труб в одинаковом масштабе

Соединения размером 20 были успешно испытаны под нагрузкой 2000 т вплоть до разрыва. Достигнутые результаты составляли 113–155% значений обычных резьбовых соединений одинакового размера и одинаковой степени точности. В соответствии с отечественным патентом №1131481 (рис. 8) и пат. ФРГ №2480400 (рис. 9), профиль резьбы для трубных соединений принят трапецидальным скругленным, с целью снижения концентрации напряжений.



Рис. 8. Трубное соединение отечественный пат. №1131481

Согласно пат. ФРГ №2480400 (рис. 9), профиль резьбы трапецидальный, но в начале и в конце ниппельной части трубы резьба скруглена, заovalена с целью лучшего ее захода.

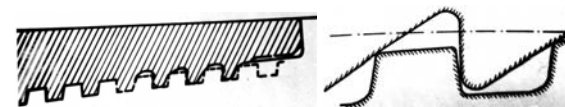


Рис. 9. Трубное соединение пат. ФРГ №2480400

Согласно пат. Франции №2308854 (рис. 10), соединение труб производится одно- или двухходовой цилиндрической резьбой с профилем типа „ласточкин хвост“. Такой профиль резьбы обеспечивает высокую герметичность, прочность и исключает подвижность соединения в радиальном направлении.

Для увеличения способности к выдерживанию высокого крутящего момента и прочности на изгиб, в соединениях Валлурек и NL Атлас Бранфорд используется конический профиль резьбы [13]. Эта мера обеспечивает дополнительную защиту от развинчивания, которое может произойти при различных условиях, например, при колебаниях температуры, изгибах, скручивании и пр.



Рис. 10. Трубноє соединение пат. Франции №2308854

Цилиндрическая свободно свинчиваемая резьба Хайдрил легко соединяется, однако отсутствие радиального натяга снижает трение в резьбе и поэтому резьба не создает дополнительную защиту от развинчивания.

В соединениях используется модифицированная трапецидальная резьба (NL Атлас Брадфорд), в которой сцепление создается нагрузочными и уплотнительными сторонами, а не впадиной и вершиной. Это позволяет создавать высокий крутящий момент, соединение обладает высокой способностью к сжатию и растяжению, герметичностью.

Практика показала, что резьбовые соединения могут надежно работать при переменных нагрузках только в застопоренном состоянии. Стопорящие элементы в самом неблагоприятном случае должны компенсировать отвинчивающий момент, что является необходимым условием стопорения.

Взаимное положение деталей резьбовой пары относительно друг друга, как в напряженном, так и в ненапряженном соединении, достигается при помощи различных фиксаторов.

При действии осевой нагрузки введение таких элементов в соединение как, например, упругие шайбы, оказывает благоприятное влияние на стабильность затяжки и усталостную прочность соединения. Материал стопорных упругих шайб должен быть тверже материалов стопорных базовых деталей.

В последние годы разработан ряд новых конструкций шайб, обеспечивающих надежное стопорение при действии осевой нагрузки. Среди них наибольшее распространение получила шайба V-образного сечения, согнутая по винтовой линии.

Стопорение упругими элементами основано на создании дополнительных сил трения по сторонам витков резьбы за счет радиального или осевого давления. Стопорящие свойства соединений достаточно высокие, особенно при осевых рабочих нагрузках. Преимуществом такого стопорения является возможность выполнения бесступенчатой затяжки. Поэтому его применяют, как правило, для ответственных резьбовых соединений.

В США и ФРГ широко применяют стопорение резьбовых соединений путем свинчивания резьб с несколько отличающимся шагом. Такие соединения надежно работают при действии осевых сил; за счет лучшего распределения нагрузки между витками повышается усталостная прочность, однако сложность изготовления резьбы ограничивает область применения соединений.

Ответственные резьбовые соединения, от которых зависит безотказная работа узла и машины в целом, целесообразно стопорить формозапирающими эле-

ментами. Тяжело нагруженные соединения, в которых возможны даже небольшие взаимные смещения соединяемых деталей ($\pm 0,4$ мм – линейные смещения и $\pm 0^\circ 10'$ – угловые смещения), следует стопорить также только формозапирающими элементами.

В резьбовых соединениях следует стремиться к обеспечению равномерности распределения нагрузки по виткам резьбы и уменьшению радиального зазора.

Распределение нагрузки между витками резьбы было бы равномерным, если бы резьба была изготовлена абсолютно точно и податливость резьбы была значительно выше податливости винта и гайки.

Распределение сил между витками резьбы для гайки с десятью витками подчиняется решению Н.Е.Жуковского [14]. На первый наиболее нагруженный виток приходится около 1/3 общей силы, действующий на винт, а на последний, десятый виток – менее 1/100 общей силы. Деформации в резьбе, связанные с погрешностями профиля, и контактные деформации несколько снижают нагрузку на первый виток, для резьб второго и третьего классов точности до 1/5–1/4 общей силы.

Обеспечение равномерности распределения нагрузки по виткам резьбы и уменьшения радиального зазора дает применение резьбового соединения со специальным профилем гайки “EMUGE-SPIRALOCK”, разработанного в США и запатентованного в ФРГ [15]. Такая резьба применяется для гаек со стандартными болтами во многих областях промышленности, обеспечивает равномерное распределение напряжений в витках резьбы и тем самым резко уменьшает опасность срыва нарезки. Большим достоинством резьбы является ее простота. Технология изготовления такой резьбы не представляет никаких трудностей, поскольку нарезание резьбы производится обычным инструментом. Резьба допускает многократность свинчивания. Монтаж соединения упрощен за счет меньших усилий свинчивания: если при применении обычных резьб касание витков предполагается происходящим по спиральной конусной поверхности, то при применении нарезки “EMUGE-SPIRALOCK” касание витков будет происходить по спиральной кривой (рис. 11).

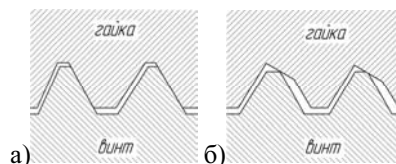


Рис. 11. Профили а – стандартной и б – “EMUGE-SPIRALOCK” резьбы

Резьба “EMUGE-SPIRALOCK” обеспечивает более равномерное распределение нагрузки. На рис. 12. приведены кривые распределения нагрузки по длине резьбы. Из которого видно, что на самый нагруженный первый виток “EMUGE-SPIRALOCK” приходится только 18% нагрузки против 34% в обычной резьбе.

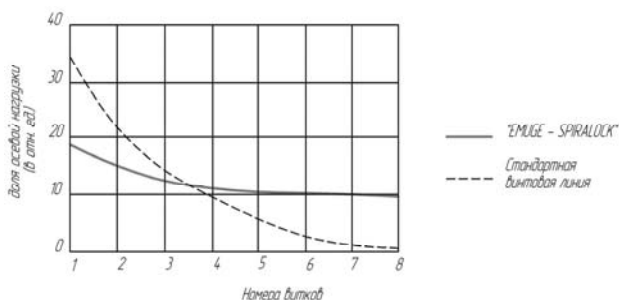


Рис. 12. Розподілення навантаження між витками різьби

Таким образом, в різьбі зменшується об'єм напруженого матеріалу, що видно з рис. 13, где показаны картины изохром моделей обычной и "EMUGE-SPIRALOCK" різьби, полученные посредством поляризационно-оптического метода.

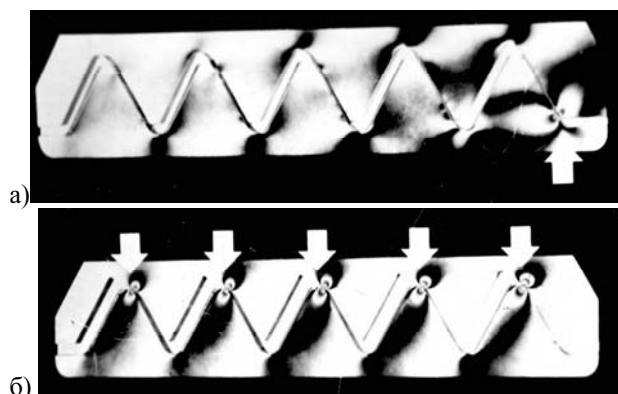


Рис. 13. Картини изохром: а – стандартної різьби; б – "EMUGE-SPIRALOCK" різьби

Многие компании США на протяжении ряда лет успешно применяют такой вид різьби благодаря явным преимуществам, а именно: увеличению общей надежности різьби, снижению сил трения пары винт-гайка, уменьшению возможного радиального сдвига винта в силу конструктивного исполнения самой різьби, снижению опасности срыва нарезки.

При такой модернизации и дополнениях різьбовое трубное соединение, сохраняя свои достоинства, обеспечит постоянную затяжку, равномерную передачу навантаження по виткам різьби и фиксированное свинчивание

Выводы:

- для заданных условий эксплуатации приемлемы трубные соединения с різьбой специального трапецеидального, прямоугольного и круглого профилей;
- благодаря явным преимуществам (увеличение надежности різьби, снижения сил трения пары винт-гайка, снижение опасности срыва нарезки), можно применить специальный профиль різьбовой поверхности для заданных условий эксплуатации.

Список литературы

1. Перспективы развития соединений вертикальных глубоководных труб большого диаметра (райзеров).

1. Разработка требований к трубным соединениям. Кузнецова Т.А., Зиборов К.А., Чернуха Л.И., Захаренко В.А.. Научный вестник НГУ. 2010. – №5. – с.

2. Шнейдеров М.Р., Сароян А.Е., Аллахвердиева В.А. Резьбовые соединения буровых и обсадных колон. – Баку: Азисфтеиздат, 1995. – 174 с.

3. Архангельский И.В. Бурение скважин в прибрежной зоне моря. – М.: Недра, 1975. – 176 с.

4. Сергеев В.В., Сергеев П.В. Обсадные трубы. Справочник. – М.: Недра. 1974.

5. Мотел. Анализ различных типов резьбовых соединений (труб)/ВЦП. – №2860. // Матер. симпозиума по трубам, оборудованию и материалам, применяемым в нефтяной и газовой промышленности. Фирма "Vallourec" Франция. – М., 1974.

6. Об анализе напряжений соединений /ВНИИТ нефть. – №552. – 8 с. Проспект фирмы "Sumitomo metal industries"

7. Солтыс Л. Новейшие соединения технологических трубопроводов ВЦП. – №Ц-32390 10 с. "Wladomosci Naftowe", 1973. – 19, №9. – с. 207-210.

8. Герметичное соединение фирмы Sumitomo. Для обсадных и насосно-компрессорных труб. Проспект фирмы "Sumitomo"/ОНТИ. – №312. – 23 с., "Sumitomo metal industries"

9. Особые трубные соединения Sumitomo. Трубное соединение SS-B и его характеристика / СевКавНПИ нефть. – №1260. – 15 с. "Sumitomo metal industries". 1973.

10. Муфтовые соединения S.S. и их эксплуатационные характеристики/ ВЦП. – 10 с. Материал фирмы "Sumitomo metal industries". Itd. 1971.95.

11. Шлессер В.М. к вопросу о состоянии развития в области уплотнений и соединений (трубопроводов) ВЦП. – №30021. – 8с. "Fluidtechnisches Kolloquium", 1982. – Р. 5-11.

12. Хозант А. Развитие резьбовых соединений для обсадных труб большого диаметра / ВНИИБТ. – №25, 99 – 12 с. Ezdoel-Erdgas-Zeitschrift. – 1932. – 98, №10. Р. 343-348.

13. Сравнение технических характеристик соединений Атлас Брандфорд, Хайдрил и Валлурек / ВЦП. – №Ц-78/8464. – 13 с.

14. Решетов Д.И. Детали машин.–М.: Машиностроение, 1964. – 723 с.

15. Ein neues Gewinde als Problemloser Spirallock EMUGE-WERK/ Richard Glimpel. 1983. – 16 с. ФРГ.

При бурінні та видобутку корисних копалин з великих глибин морів застосовують трубні поставки, складені з труб довжиною 12 метрів. Проаналізовано понад 1200 вітчизняних і іноземних патентів. Найбільш прийнятними для використання в заданих умовах експлуатації є всього кілька типів трубних з'єднань. Особливо перспективні різьбові з'єднання із трапецеїдальним, прямокутним, круглим та спеціальними профілями різьби і стопорними пристроями. Наведено дані про спеціальні профілі різьблення, які дають практично рівномірний розподіл навантаження по довжині різьбової поверхні.

Ключові слова: труба, з'єднання, різьба, навантаження, міцність, надійність, простота

When drilling and extracting minerals from deep sea they use standpipe compose from pipes of 12 meters length. It has been analyzed 1,200 domestic and foreign patents. There are only a few types of pipe connections acceptable for use in given conditions. Particularly promising fittings are those with trapezoidal, rectangular, round, special thread profile and with rounded edges to minimize stress concentration and with blocking devices. It has been

presented the data about the special thread profile giving almost uniform distribution of load along threaded surface.

Keywords: *pipe, connection, screw-thread, loading, durability, reliability, simplicity*

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.П. Франчуком 11.05.10

УДК 622.464:532.5

© Кухарь В.Ю., 2010

В.Ю. Кухарь

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ФИЛЬТРОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ

V.Yu. Kukhar

METHOD OF DETERMINATION OF HYDRAULIC PARAMETERS OF PROCESS WATER FILTER OPERATION

Приведены цели экспериментальных исследований процессов фильтрации и регенерации фильтроэлементов в реальных условиях эксплуатации фильтра технической воды. Описаны настройка и тарировка экспериментального стенда для исследования фильтрации. Из условия обеспечения регенерации фильтроэлемента с заданной частотой предложено определять рациональную скорость фильтрационного потока. Период критического засорения фильтроэлемента предложено определять как время от начала работы чистого фильтроэлемента в режиме „фильтрация-регенерация“ до момента, после которого перепад давления на фильтроэлементе непосредственно после его регенерации достигнет критического значения. На основании предложенных критериев разработана методика определения гидравлических параметров работы фильтров и их сетчатых фильтроэлементов с малыми ячейками.

Ключевые слова: *регенерация, фильтрация, фильтроэлемент, гидравлические параметры, критерии*

При разработке новых конструкций или выборе из широкого типа существующих фильтров технической воды для конкретных условий отечественных производств, разработчики и эксплуатационники фильтровального оборудования сталкиваются с рядом трудностей. Одна из них обусловлена малоизученностью процессов улавливания механических загрязнений сетчатыми фильтроэлементами с малыми (менее 500 мкм) размерами ячеек и их последующей регенерацией обратным потоком воды. Несмотря на многочисленные выполненные ранее исследования, остается нерешенной задача назначения основных гидравлических режимов работы фильтроэлемента с учетом реальных условий будущей эксплуатации фильтра. Поэтому обоснование скоростей воды при фильтрации и обратной промывке сетчатого фильтроэлемента, максимально допустимого перепада давления на нем, степени облитерации ячеек сетки является актуальной научно-технической задачей. Сложность теоретического решения этой задачи обуславливает целесообразность экспериментального исследования процессов фильтрации и регенерации фильтроэлементов с использованием экспресс-стенда [1].

Экспериментальные исследования процессов фильтрации и регенерации фильтроэлементов в реальных условиях будущей эксплуатации фильтра преследуют следующие цели:

4 подтверждение возможности отбора механических загрязнений из технологической воды с заданной эффективностью;

4 определение скорости фильтрации воды через фильтроэлемент;

4 определение скорости потока промывочной воды через фильтроэлемент;

4 оценка степени засорения (зарастания) фильтроэлемента с течением времени;

4 нахождение периода критического засорения фильтроэлемента, после которого требуется его принудительная очистка (вручную или иным способом).

Подключение экспресс-стенда к водоводу с исследуемой водой должно производиться при помощи специального г-образного заборного патрубка с запорным вентилем на конце. Патрубок вваривается радиально в напорный водовод таким образом, чтобы его входное отверстие располагалось внутри водовода навстречу потоку воды на его продольной оси. Заборный патрубок является гнутым из водопроводной трубы.

При отборе исследуемой воды из водовода стоит задача обеспечения одинакового гранулометрического и массового состава загрязнений в воде для последующего пропускания ее через экспресс-стенд. Такое условие выполняется при обеспечении равенства скоростей воды в водоводе и в заборном патрубке. В этом случае мелкие частицы загрязнений, обладаю-