

УДК 622.242.5 : 004.94

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ КРОНШТЕЙНА
КРОНБЛОКА МАЧТЫ ПОДЪЕМНОГО АГРЕГАТА

© 2022 И.Е. Адеянов, М.Ю. Александрова

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 20.06.2022

В данной статье методом конечных элементов исследуется грузоподъемность кронштейна кронблока мачты грузоподъемного агрегата для двух способов сварного соединения кронштейна с мачтой. В статье предлагается способ крепления, при котором снижается опасность обрыва проушин креплений ветровых оттяжек кронблока при незначительном крене и рывках. Постановка задачи формулируется следующим образом: провести сравнительный анализ сварных соединений кронштейна, проверить предположение увеличения несущей способности кронштейна кронблока мачты подъемного агрегата на примере АПР 60/80.

Ключевые слова: кронблок, грузоподъемность, метод конечных элементов.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-3-5-8

На подъемных агрегатах, предназначенных для производства спускоподъемных операций на скважинах, не оборудованных вышками или мачтами, в случае увеличения нагрузки на кронштейн имеется опасность обрыва проушин креплений ветровых оттяжек кронблока. Кронблок мачты АПР 60/80 показан на рисунке 1. Одним из факторов, влияющих на надежность крепления, является сварное соединение кронштейна и мачты. Согласно требованиям безопасности [1] техническое состояние подъемных механизмов, в частности кронблока, должно отвечать требованиям соответствующих ГОСТов, ТУ и нормам на изготовление. Поэтому перед монтажом агрегата необходимо проверить состояние всего агрегата, а также состояние крепления кронблока с талевым канатом.

В данной статье методом конечных элементов исследуется грузоподъемность кронштейна кронблока мачты грузоподъемного агрегата для двух способов сварного соединения кронштейна с мачтой. Сварные соединения отличаются положением линии края верхней платформы мачты и длиной сварного шва. В первом способе сварного соединения линия края верхней платформы проходит по середине длины кронштейна и отделяет свободную часть проушины от части закрепленной сварным швом (рисунок 2, а). Во втором способе для повышения надежности крепления линия края верхней платформы проходит через центр отверстия

проушины, тем самым увеличивая длину сварного шва (рисунок 2, б).

В программном комплексе ansys [2] построена геометрическая модель (рисунок 3, а) кронштейна общей длиной 255 мм, шириной от 140 мм по месту крепления до 160 мм по месту отверстия проушины, толщиной 16 мм. Механические свойства кронштейна представлены в виде билинейной диаграммы на рисунке 3, б, $E = 2 \cdot 10^6$ кг/см² – модуль продольной упругости материала кронштейна, $\nu = 0,3$ – коэффициент Пуассона.

Расчетная модель представлена в виде сетки конечных элементов. Средний размер конечно-го элемента 6 мм.

По линии сварного шва для первого и второго способа крепления задавалось отсутствие перемещений. Закрепление модели показано на рисунке 4, а.

К расчетной модели прикладывалась тяговая нагрузка в области предельных значений от 40 кН до 80 кН и за пределами допустимых значений 100 кН. Для этого был создан мастер-узел для узлов сетки конечных элементов, расположенных на линии отверстия проушины. Тяговая нагрузка задавалась на мастер-узел.

Для полученной модели проводился статический анализ, результатом которого явились поля перемещений и значения нормальной контактной силы.

Поля перемещений для первого и второго способа крепления кронштейна к мачте показаны на рисунке 4, б. Как видно из рисунка, максимальное перемещение узлов проушины в первом способе крепления в 3,2 раза превышает максимальное перемещение второго способа.

Адеянов Игорь Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры механики. E-mail: adigorev@gmail.com
Александрова Маргарита Юрьевна кандидат технических наук, доцент кафедры механики.
E-mail:kris-maks@mail.ru

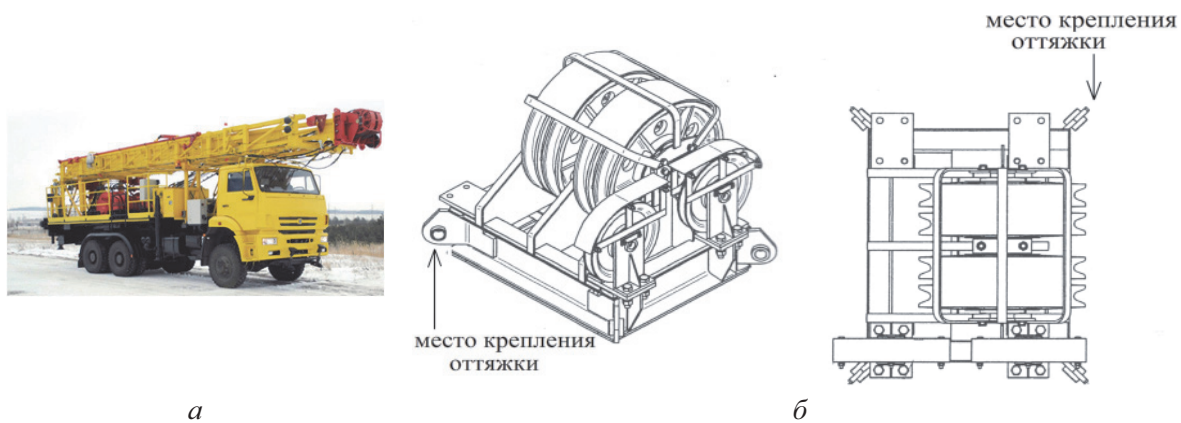


Рис. 1. АПР 60/80:
а – общий вид; б – кронблок мачты

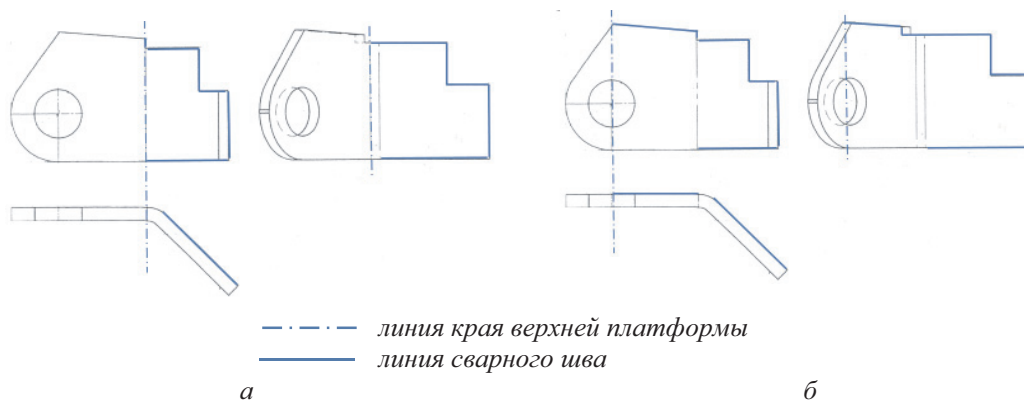


Рис. 2. Крепление кронштейна к мачте:
а – I способ; б – II способ

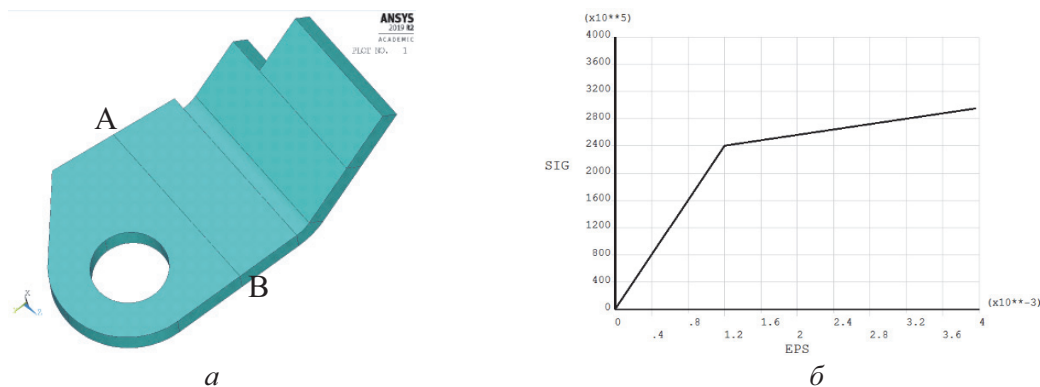


Рис. 3. Модель кронштейна кронблока мачты:
а – геометрическая модель; б – механические свойства материала

Поэтому можно считать, что второй способ крепления придает жесткость кронштейну. Причем, за счет увеличения длины сварного шва в сторону проушины во втором способе крепления точка максимального прогиба располагается по линии симметрии проушины, что является более благоприятным условием изгиба. Линия симметрии обозначена на рисунке 4, б штрихпунктирной прямой.

Значения нормальной контактной силы измерялись вдоль пути АВ (рисунок 3, а). Путь АВ

проложен в зоне, где номинально можно считать, что контактная сила распределена равномерно. Результат измерения контактной силы представлен на рисунке 5 в виде диаграмм для тяговых нагрузок в диапазоне от 40 кН до 100 кН.

Как и следовало предполагать, в первом способе крепления кронштейна контактная сила в два и более раз превышает значения второго способа. При этом значения контактной силы на концах линии АВ в первом способе крепления превышает допустимые значения при тяговой

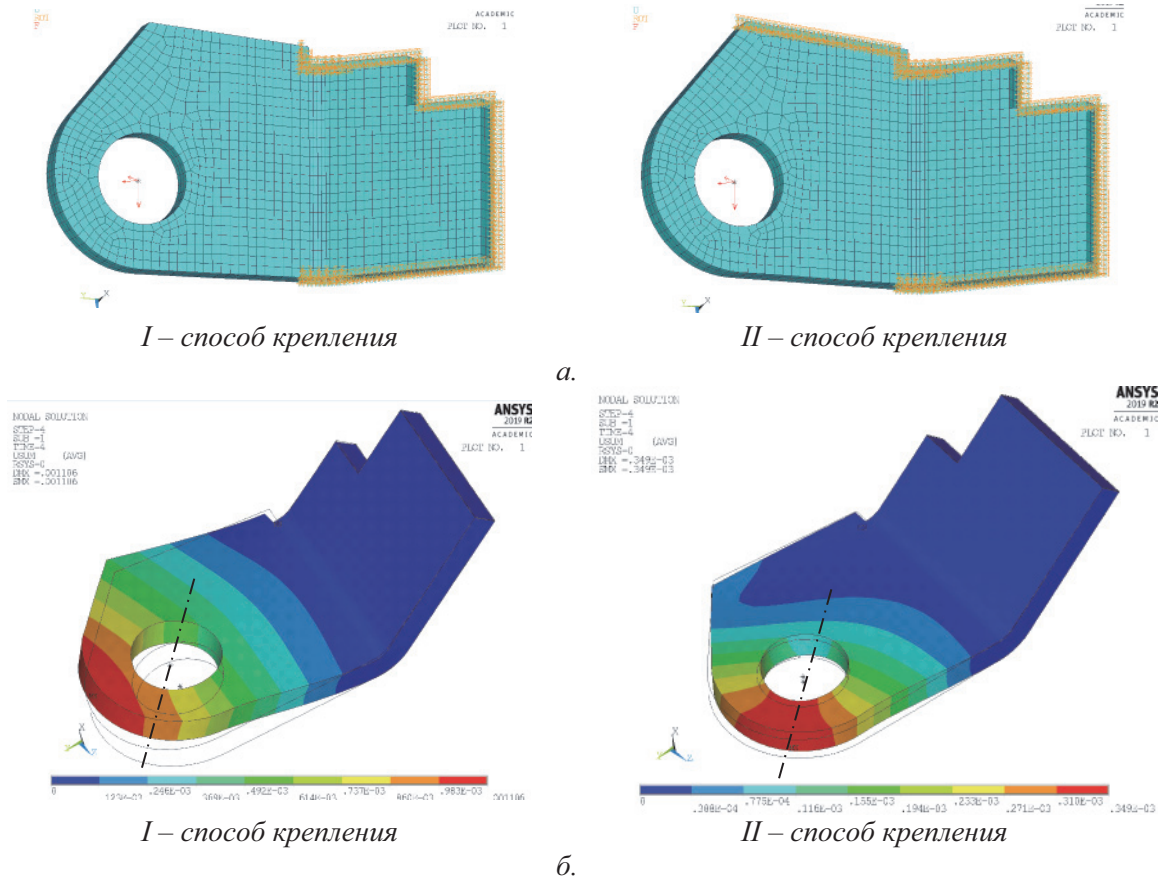


Рис. 4. Расчетная модель кронштейна кронблока мачты:
 а – сетка конечных элементов и закрепление сварного шва; б – поля перемещений

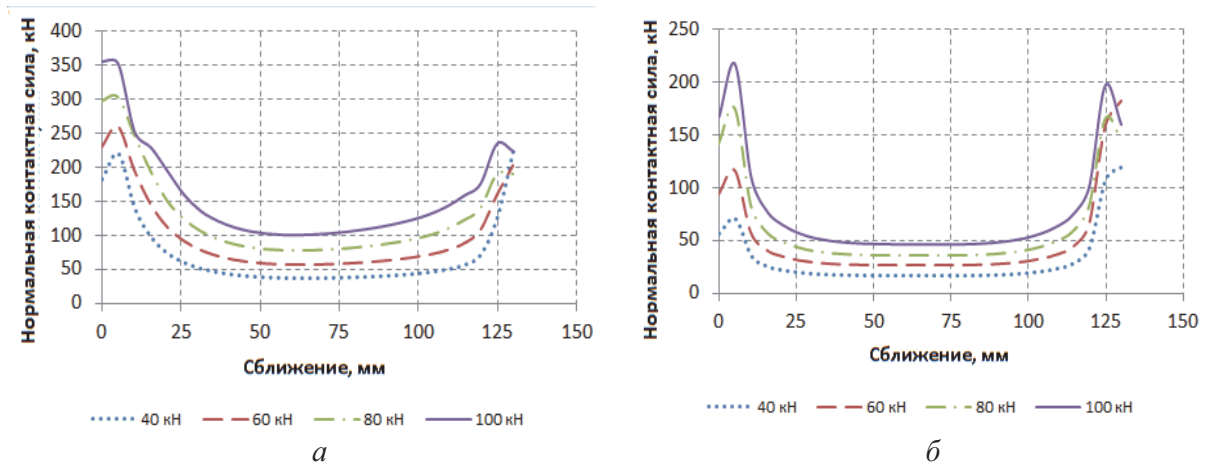


Рис. 5. Диаграммы контактной силы вдоль пути АВ:
 а – I способ крепления кронштейна; б – II способ крепления кронштейна

нагрузке более 80 кН, в связи с чем и возможен обрыв проушин креплений ветровых оттяжек кронблока от незначительных перегрузок. Краевые эффекты нивелируются удлинением сварного шва и смещением линии края верхней платформы в сторону проушины, как во втором способе крепления.

Полученные результаты наглядно демонстрируют влияние длины сварного шва, а также расположения линии края верхней платформы на несущую способность крепления ветровых

оттяжек кронблока. При увеличении длины сварного шва кронштейн становится менее податливым, уменьшается величина прогиба, а распределение нагрузки на проушину становится более равномерным. Перегрузки, вызванные незначительным креном и рывками не приведут к обрыву проушин креплений ветровых оттяжек кронблока, т.к. значение контактной силы не превышает допустимого значения при превышении регламентированной тяговой силы на 25%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 153-39-023-97 Правила ведения ремонтных работ в скважинах. – Утв. утв. Минтопэнерго России 18.08.1997. – Москва: ЦЕНТРМАГ, 2022. – 94 с.
2. Бруяка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: учеб. пособие / В. А. Бруяка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, ЗАО «КАДФЕМ Си-Ай-Эс», 2013. – 149 с.

NUM STUDY OF THE LOAD CAPACITY OF THE BRACKET OF THE CROWN BLOCK OF THE MAST OF THE LIFTING UNIT

© 2022 I. E. Adeyanov, M. Y. Alexandrova

Samara State Technical University, Samara, Russia

In this article, the finite element method is used to study the load capacity of the bracket of the crown block of the mast of the lifting unit for two methods of welding the bracket to the mast. The problem statement is formulated as follows: to carry out a comparative analysis of the welded joints of the bracket, to check the assumption of an increase in the bearing capacity of the bracket of the crown block of the mast of the lifting unit using the example of APR 60/80.

Key words: crown block, load capacity, finite element method.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-3-5-8

REFERENCES

1. RD 153-39-023-97 Pravila vedeniya remontnyh rabot v skvazhinah. – Utv. utv. Mintopenergo Rossii 18.08.1997. – Moskva: CENTRMAG, 2022. – 94 s.
2. Bruyaka, V.A. Inzhenernyj analiz v ANSYS Workbench: ucheb.posobie / V.A. Bruyaka, V.G. Fokin, Ya.V. Kuraeva. – Samara: Samar. gos. tekhn. un-t, ZAO «KADFEM Si-Aj-Es», 2013. – 149 s.