



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ТҰҢҒЫШ ПРЕЗИДЕНТІ - ЕЛБАСЫНЫҢ ҚОРЫ

«ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ БІЛІМ – 2017»

студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ – 2017»

PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«SCIENCE AND EDUCATION - 2017»



14th April 2017, Astana



**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**«Ғылым және білім - 2017»
студенттер мен жас ғалымдардың
XII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2017»**

**PROCEEDINGS
of the XII International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2017»**

2017 жыл 14 сәуір

Астана

УДК 378

ББК 74.58

Ғ 96

Ғ 96

«Ғылым және білім – 2017» студенттер мен жас ғалымдардың XII Халықаралық ғылыми конференциясы = The XII International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2017» = XII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2017». – Астана: <http://www.enu.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie/>, 2017. – 7466 стр. (қазақша, орысша, ағылшынша).

ISBN 978-9965-31-827-6

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 378

ББК 74.58

ISBN 978-9965-31-827-6

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2017

шамасы r типті жолаушыларға қолжетімді болатын тұрады. Онда келесідей

$$\sum_k^{M(r)} T_{ij}^{kr} = A_i^r B_j Q_i^r \exp(-\beta^r C_{ij}^k)$$

мұнда

$$A_i^r = \left[\sum_j^M \sum_k^{M(r)} B_j D_j \exp(-\beta^r c_{ij}^k) \right]^{-1}$$

және

$$B_i = \left[\sum_i^N \sum_r^R A_i^r Q_i^r \exp(-\beta^r c_{ij}^k) \right]^{-1}$$

Жоғарыда сипатталған графитациялық модель және оның модификациясы транспортты жұпты (i, j) қалыптастыру кезінде жеке артықшылықтарды ескермейді. Сондықтан қозғалыс характеристикалардың орта шамаларының орнына транспорттық жұпты (i, j) қалыптастыруда априорлы(негізсіз) артықшылықтары туралы шарттар енгізілетін энтропиялық модель жақынырақ, яғни корреспонденция үлестірімін артықшылықтарды есепке алу кезінде құралатын нақты транспорты жүйеге қалыптастырады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Алиев А.С., Стрельников А.И., Швецов В.И., Шершевский Ю.З. Моделирование транспортных потоков в крупном городе с применением к Московской агломерации. – М: Журнал Автоматика и Телемеханика, 2005, №11, с. 113 - 125.
2. Васильева Е.В., Игудин Р.В., Лившиц В.Н. Оптимизация планирования и управления транспортными системами. – М: Транспорт, 1987.

УДК 621: 05

ОБОСНОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВИБРАЦИИ В КОЛОННЕ ШТАНГ ВИНТОВОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ С НАЗЕМНЫМ ПРИВОДОМ И ОБСУЖДЕНИЕ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ДАННОГО ПРОЦЕССА

Мақсұт Әлібек Қамбарұлы

dana_61@mail.ru

Магистрант механико-математического факультета

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Научный руководитель – Д.Ж. Мухамбеталина

В данной работе показана методика изучения причин возникновения вибрации в колонне штанг винтовой насосной установки (УВНП), которая применяется для добычи высоковязкой нефти, а также описание данного процесса.

Если руководствоваться ранее проведенными исследованиями в данной области, то в работе исследователей были предложены механизмы возникновения крутильных колебаний в колонне штанг УВНП [1-3], где авторы утверждают, что крутильные колебания возникают за счет накапливаемой в нижнем конце штанги потенциальной энергии, обусловленной упругими свойствами составных элементов системы, которая при достижении определенных значений приводит к мгновенному раскручиванию этого конца с одновременным уменьшением реакции резиновой обоймы статора. Таким образом, по мнению исследователей, происходит как бы периодическое заклинивание нижней части штанги, приводящее к появлению момента сопротивления циклического характера, и как следствие – к разрывному автоколебанию. Однако, исследователями не учтены тот факт, что в этой ситуации данная стержневая система, прежде всего, подвергается к ударной нагрузке, где, к

колонне штанг сообщаются ударные импульсы.

На рис. 1, а и б представлены конструктивная схема скважинного оборудования УВНП с поверхностным приводом и динамическая модель колебательной системы «Наземный привод - колонна штанг – винтовой насос - колонна насосно-компрессорных труб (НКТ)».

Рассмотрим механизм возникновения продольных и крутильных колебаний более подробно, чем в известной литературе. В отличие от ранее известных методик [4,5], на наш взгляд, колебательный процесс необходимо рассмотреть в нескольких этапах (случаях), начиная с пуска системы в работу до полной ее остановки, т.к. от поведения данной системы, особенно в момент пуска зависит характер ее колебаний в последующих режимах движения.

Случай I. Начало колебательного процесса при пуске.

В момент пуска УВНП в работу колебание протекает подобно механизму его возникновения, изложенного в работе [4], но с некоторыми уточнениями. В соответствии с рис. 1, б, когда верхняя часть колонны штанг вместе с приводным штоком начинает вращаться с постоянной угловой скоростью $\omega'_{шт}$ равной по величине результирующей угловой скорости вращения полировочного штока наземного привода ($\omega'_{шт} = \omega_{пр}$). В это время нижний конец колонны все еще будет находиться в неподвижном состоянии ($\varphi''_{шт} = 0$, $\omega''_{шт} = 0$). Это обусловлено тем, что, в винтовом насосе, а также в других поддерживающих колонну элементах (якори, центраторы, виброизоляторы и т.д.) возникают реактивные моменты, образующие в совокупности общий статический момент сопротивления M_c . Этот процесс продолжится до тех пор, пока колонна штанг, закручиваясь до угла поворота $\varphi'_{шт}$, по мере накопления необходимой потенциальной энергии кручения, превышающей по величине суммарный момент сопротивления в нижней части колонны мгновенно раскрутится. К этому первому циклу будет соответствовать максимальное касательное напряжение деформации кручения τ_{max} (рис. 2, случай I). Однако, после завершения первого цикла, данный процесс продолжится не без изменений, как это было сказано в работе [4].

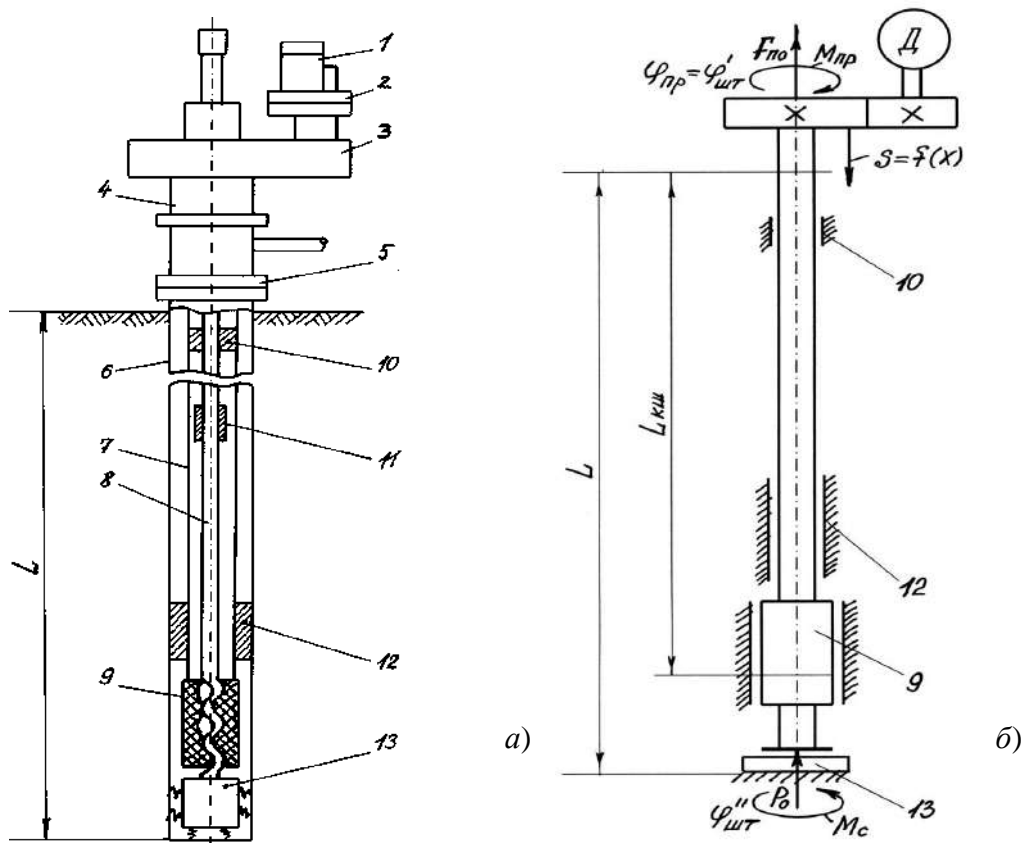


Рис. 1. Установка штангового винтового насоса с поверхностным приводом:

а) - конструктивная схема в разрезе; б) – динамическая модель;

- 1 – электродвигатель; 2 – модульная зубчатая вставка; 3 – вращатель; 4 – превентор сальниковый; 5 – головка колонная; 6 – колонна обсадных труб; 7 – колонна НКТ; 8 – колонна штанг; 9 – винтовой насос; 10 – центратор; 11 – муфта соединительная; 12 – якорь, предназначенный для предотвращения отворота колонны НКТ; 13 – механический якорь

Максимальная амплитуда потенциальной энергии кручения в нижней части колонны штанг, достигающая своего пика только в начале пуска привода УВНП через некоторое время уменьшится и примет устойчивый периодический характер. В положении равновесия величина ее угловой скорости нижней части колонны $\omega''_{шт}$ равняется угловой скорости ее верхней части ($\omega''_{шт} = \omega'_{шт}$), а величина момента сопротивления M_c равной движущему моменту привода ($M_c = M_{np}$). Однако, не смотря на это, в силу упругих свойств колонны штанг угол поворота ее нижней части $\varphi''_{шт}$ всегда будет запаздывать чем угол поворота ее верхней части $\varphi'_{шт}$ (см. рис. 2, случай II) и это повлияет на появление остаточной деформации кручения, зависящей от длины колонны.

Случай II. Установившийся колебательный процесс.

Таким образом, колебания, возникшие при пусковом режиме, после установившегося режима будут поддерживаться работой самой системы, т.е. за счет упругой деформации кручения колонны штанг, которые проявляются в виде ударных импульсов, сообщаемых к колонне со стороны винтового насоса и наземного привода. Все это приведет к возникновению в системе крутильных и продольных колебаний. В случае равномерной работы системы без дополнительных осложнений, колебания будут проходить в соответствии с одним из периодических законов, а касательное напряжение деформации кручения в нижней части колонны τ'' примет значение (см. рис. 2, случай II), соответствующее остаточной деформации, т.е. несколько уменьшенное чем τ_{max}).

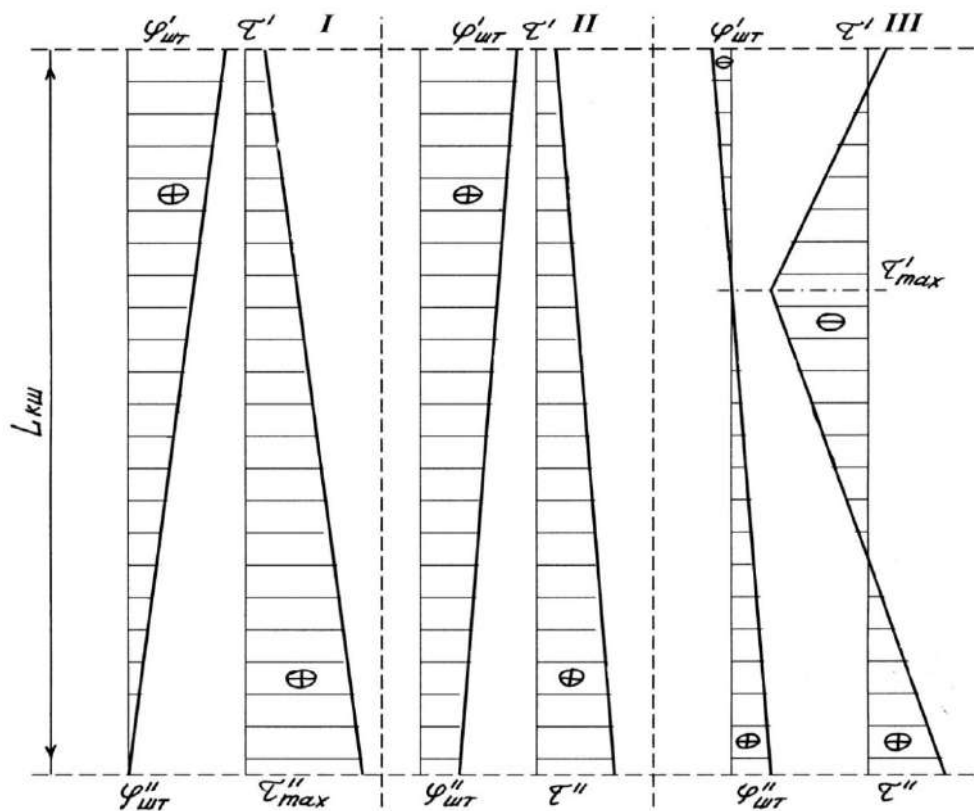


Рис. 2. Характер изменения углов кручения и касательных напряжений

Как известно из практики, не смотря на установившийся режим колебательного процесса, в любой момент времени в системе могут возникать осложнения механического характера, которые, часто всего проявляются в виде случайных динамических нагрузок. Не исключено, что, эти дополнительные нагрузки при частых повторах через определенные периоды со временем также могут перейти на устойчивые режимы. Тогда уровни амплитуд установившихся колебаний значительно возрастут.

В случае возникновения таких ситуаций, нас больше всего должны интересовать случайные нагрузки, различные по величине, источнику возникновения и периоду действия, каждый из которых представляет собой единичные случаи удара. Эти нагрузки представляют для системы наибольшую опасность и могут привести мгновенному выходу из строя любого на данный момент слабого элемента УВНП. Например, внезапная остановка двигателя привода при отсутствии системы защитного торможения или аварийного отключения, случайное приложение внешних воздействий к элементам привода, внезапное возрастание момента сопротивления в винтовом насосе по разным причинам и т.д. Здесь мы исключаем внезапные обрывы (сломы) штанг и соединительных муфт, а также другие аварийные ситуации, так как их появления вызывают отказы (аварий), а не колебательные процессы.

Случай III. Завершающий этап колебательного процесса.

При отключении электродвигателя от сети верхняя часть колонны штанг, работавшая до этого в режиме, соответствующем случаю II быстро начинает убавлять угловую скорость ω'_{um} . При этом нижняя часть колонны со всей инерцией продолжает вращаться прежней угловой скоростью. Данный процесс является ударом, характеризующийся мгновенным изменением кинетической энергии вращающихся масс [5]. Начиная с этого момента до полной остановки системы произойдут два последовательных режима движения:

- режим, когда движение системы будет соответствовать условию $\varphi''_{um} \leq \varphi'_{um}$, т.е. когда в силу инерционных свойств вращающихся элементов колонны направления этих двух углов поворота совпадают, что займет практический меньшую часть из общего времени остановки привода УВНП;

- режим, когда движение системы будет соответствовать условию $\varphi''_{um} \geq \varphi'_{um}$, т.е. когда в силу гашения инерционных сил силами сопротивления (силы трения, силы производственного сопротивления) направления углов поворота нижней и верхней частей колонны штанг направлены в противоположные стороны, что, как правило, займет основную часть общего времени остановки привода УВНП.

Колебательные процессы, связанные с первым режимом не окажут особого влияния на динамику системы из-за малого промежутка времени их проявления. Основные колебательные процессы возникнут при условии $\varphi''_{um} \geq \varphi'_{um}$, к которым соответствуют касательные напряжения деформации кручения в нижней части колонны τ'' . При этом суммарное касательное напряжение кручения τ'_{max} возникает в верхней половине колонны (рис. 2, случай III).

В данной ситуации привод УВНП, колонна штанг в местах крепления ее элементов, таких как муфты соединения, превентор сальниковый, центратор, а также якорь, предназначенный для предотвращения отворота колонны НКТ и механический якорь испытывают одновременную единичную ударную нагрузку, которая может привести к их отказам.

Таким образом, явления, рассмотренные в трех вышеуказанных случаях движения колонны штанг УВНП, а также возникающие в связи с этим неустойчивость вращения стержневой системы (ее изгиб, дисбаланс и неуравновешанность), все это в комплексе являются причинами возникновения крутильных и продольных колебаний, которые при одновременном проявлении могут спровоцировать и поперечные колебания. Исследования

показывают, что все три типа колебаний обычно возникают одновременно, так как появление одного из них порождает возникновение другого. В этих колебательных системах большую роль играет выражение упругих деформаций через степени свободы подвижных элементов и распределенные параметры, так как это значительно способствовали бы нам разработать более совершенные модели и вычислительные комплексы для изучения колебательных процессов на стадии их проектирования. Это в свою очередь, на основании изучения поведения общей колебательной системы позволило бы нам в дальнейшем разработать модели для оценки влияния вибрационной нагруженности рабочих элементов колонны штанг на их работоспособность, в частности, штанг и соединительных штанговых муфт, сломы которых являются частыми причинами выхода из строя подземной части УВНП. Кроме этого, полученные результаты будут исходными условиями для рассмотрения динамики привода.

Таким образом, в соответствии с программой мероприятий по обеспечению работоспособности УВНП, изложенной в работе [6], следующим этапом для разработки методов снижения и регулирования вибрации в колонне штанг должно быть проведение следующих исследований [7]:

- исследование устойчивости движений штанговой колонны УВНП в моделях с конечным числом степеней свободы как вибрационной системы с распределенными параметрами, разработка численных методов изучения этих процессов;

- на основе результатов изучения общей картины механических колебаний в виде распространения в колонне штанг периодических силовых ударных импульсов исследование влияния их на работоспособность отдельных элементов ШВНУ, таких как штанга, соединительная муфта, превентор, центратор, якоря различные, которые часто подвергаются к поломкам, обоснование и определение их рациональных конструктивных параметров.

Список использованных источников

1. Абуталипов У.М. Совершенствование эксплуатации наклонно-направленных скважин установками винтовых насосов с поверхностным приводом. – Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Уфа, 2005. – 23 с.
2. Сидоркин Д.И. Совершенствование методов расчета штангового привода винтовой насосной установки. – Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Уфа, 2006. – 25 с.
3. Вагапов С.Ю. Продольный изгиб колонны НКТ и штанг в установках скважинного винтового насоса с поверхностным приводом // Нефтяное хозяйство, 2004, №4. – с. 92-94.
4. Давыдов А.Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки. – Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Уфа, 2002. – 24 с.
5. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. – Учебное пособие. - Том 3. – М.: «Наука», 1973. – 488 с.
6. Ахметов С.М., Суюнгариев Г.Е., Ахметов Н.М., Ермуханов Н.М. Вибрация в штанговых насосных винтовых установках для добычи нефти и пути их снижения // Промышленность Казахстана, 2010, №2. – с. 20-22.
7. Ахметов С.М., Ахметов Н.М., Ермуханов Н.М., Зайдемова Ж.К., Канатов А.Е. Обоснование программы мероприятий по обеспечению работоспособности штанговых насосов с наземным приводом // НТЖ «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». – М.: ВНИИОЭНГ, 2011, №3. – с. 28-32.