

на основе электрического теплого пола.....	289
Добрышкин Е.Б., Дерман А.И. Обновление эффективности применения сложных колов машинно-тракторного агрегата.....	293
Единманов Б.А. Разработка веб-сайта «Организация корпоративной сети предприятия».....	297
Жакежан С.А. Влияние информационных технологий на историческую информатику.....	300
Жапаров Е.Е. Мобильное интернет-приложение по приему показаний для предприятия, предоставляющего коммунальные услуги.....	304
Каббас Т., Исмаилов К. Фото-видео студийный интернет-коммерческий добулу.....	306
Кайбаев В.Е., Ким Г.А. Использование ГИС в развитии туризма.....	310
Камбаров Ж.К., Досембаева Б.Е., Уваров Н.В. Приливы и отливы как источник энергии.....	315
Калиевкии А.А., Дарий Е.М., Шарифов Д.М. Средства компенсации реактивной мощности.....	319
Кельдиеров О.М. Качество механически обработанной поверхности как результат, приводящий к увеличению срока эксплуатации.....	322
Кожаматов Н.С. Классификация и оценивание IT-специалистов в области разработки ЭС и СППР.....	326
Крутые С.Ф., Ильямбек Р.М., Колесниченко Н.Ю. Использование солнечных панелей на территории Казахстана.....	329
Крутые С.Ф., Потига Л.А., Леонова А.А., Киричев Д.С. Особенности конструкции современных ветроустановок.....	331
Крутые С.Ф., Потига Л.А., Леонова А.А., Колмаков А.С. Анализ солнечных панелей на современном рынке.....	336
Крутые С.Ф., Потига Л.А., Леонова А.А., Шайжанова К.Р. Выход Казахстана на новый уровень энергетической политики.....	341
Кудубаева С.А., Жусупова Б.Т. Возможность проведения сингаптиво- семантического анализа предложений на казахском языке в системе компьютерного сурдоперевода.....	344
Ленгарт С.С., Шапорена А.В. Современные подходы к созданию программ для шахматной игры.....	350
Мелеуза А., Исмаилов К. Балкар салмактары «Самр» жерг жүйесі жобалау.....	353
Мисаилова К.Д. Актуальность разработки веб-сайта для кафе с возможностью оформления онлайн-заказов.....	358
Мустанбибекова Г.Д. WEB-космическая элрлеу үшін өзекті курал мәселесі жөнінде.....	359
Нуртатина А.Т. Заманауи білім – жаңа заман талабы.....	362
Парахатов Е., Исмаилов К. «СКУ навигация» мобильді қосымшасы жобалау.....	365
Пашенов А.В. Применение притонов сетей в разработке приложений видеоконференции.....	368
Полещук Н.Ю., Мусин Д.А. Информационное моделирование строительных конструкций в учебном процессе.....	372
Савинкин В.В., Колесниченко С.Н., Колесниченко С.В., Коптяев Д.А., Жумекенова З.Ж. Исследование динамической модели кривошипно-ползунного.....	377

УДК 622.24:621

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА ПОРШНЕВЫХ НАСОСОВ БУРОВОГО КОМПЛЕКСА

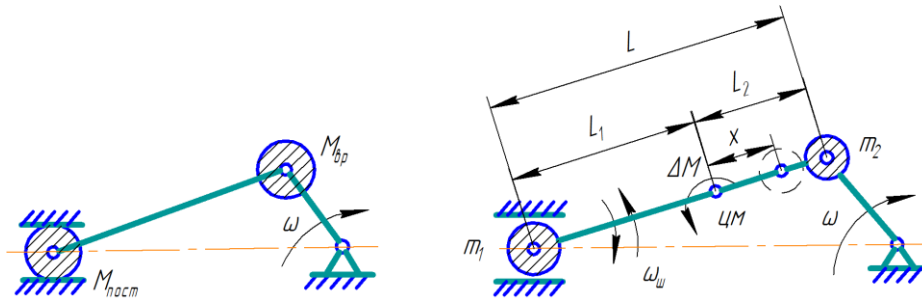
Савинкин В.В., Колесниченко С.Н., Колесниченко С.В., Коптяев Д.А.,
Жумекенова З.Ж.
(СКУ им. М. Козыбаева)

К основным требованиям поршневых насосов бурового комплекса можно разделить на две группы. Требования к первой группе, определяющие эффективность непосредственно процесса бурения: обеспечение постоянства подачи, стабильной подачи необходимого количества жидкости, минимальная пульсация потока, достаточная всасывающая способность. Ко второй группе: затраты времени, удобство эксплуатации насосов и средств на их обслуживание и ремонт, а также транспортировку.

Анализ требований, предъявляемых к насосам для подачи промывочной жидкости при бурении геологоразведочных скважин, показывает, что ни один из существующих типов насосов полностью не удовлетворяет им. Основное требование— независимость подачи от давления, удовлетворяют в основном насосы объемного типа: поршневые (плунжерные) [1].

В расчетной динамической схеме кривошипно-ползунного механизма (КПМ) на примере бурового насоса НБ32 рассматривается как недеформируемый механизм с одной степенью свободы и представляется в виде системы из двух сосредоточенных масс и невесомых недеформируемых стержней, заменяющих шатун и кривошип (рис.1). Первая масса $M_{\text{пост}}$ (поршень, шток, часть шатуна, крейцкопф,) движется возвратно-поступательно в направлении оси цилиндра, а вторая масса $M_{\text{вр}}$, приведенная к оси большой головки шатуна и зависящая от массы, длины шатуна и положения его

центра масс, вращается (ω). Для определения этих двух масс движение шатуна рассматривается как поступательное со скоростью поршня (v) и вращательное вокруг оси малой головки ($\omega_{ш}$). В представленной схеме шатун также заменяется двумя массами, одна из которых (m_1) совершает возвратно-поступательное движение, а другая (m_2), находящаяся на расстоянии x от центра масс шатуна – поступательное и вращательное движение. Длина стержня, соединяющего массы m_1 и m_2 , будет равна длине шатуна L [2,3].



а – расчетная схема; б – схема разделения массы шатуна

Рисунок1- Динамическая модель КПМ

Определяя расчетные массы используются соотношения:

$$M_{\text{пост}} = m_{\text{п}} + m_{\text{шт}} + m_{\text{кр}} + m_1$$

$$M_{\text{вр}} = m_3 + m_2$$

где m_3 – масса неуравновешенной части (эксцентрика) коренного вала.

В расчетах принимается $x=0$, тогда

$$m_1 = m_{\text{шт}} \frac{L_2}{L}; m_2 = m_{\text{шт}} \frac{L_1}{L}; L_2 \approx 0,3L$$

где, $m_{\text{шт}}$ – масса шатуна; $m_{\text{шт}}=m_1+m_2$

Определяется сила инерции возвратно-поступательно движущихся масс

$$F_{\text{ин.пост}} = -M_{\text{пост}}\alpha$$

где α – мгновенное ускорение поршня

$$\alpha = dv/dt \approx r\omega^2(\cos\varphi - \lambda\cos 2\varphi)$$

Сила инерции вращающихся масс (см. рис. **)

$$F_{\text{ин.вр}} = -M_{\text{вр}}\alpha_A^n = -M_{\text{вр}}r\omega^2$$

При $\omega=\text{idem}$, сила инерции $F_{\text{ин.пост}}$, изменяется при повороте кривошипа (с периодом 2π), в то время как сила инерции $F_{\text{ин.вр}}$ постоянна [4,5,6].

Для реального цикла функция положения $f(\varphi)$ лишь приближенно выражает законы изменения подачи (рис.2) и нагрузки, а графики Q_n и M_c не являются подобными.

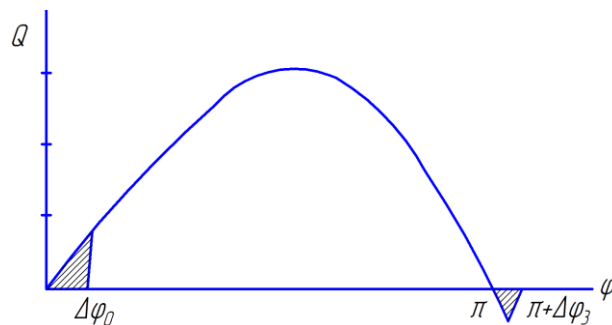


Рисунок 2- Реальный график подачи камеры поршневого насоса с учетом углов запаздывания срабатывания клапанов (недоподача из-за запаздывания открытия и обратный переток из-за запаздывания закрытия)

При расчете графиков подач и нагрузок используется компьютер, а после построения графиков определяются коэффициент неравномерности подачи или момента и амплитуда, которые в дальнейшем используются как исходные данные при расчетах на прочность и выборе пневмокомпенсатора для насоса[7-9].

По результатам рассмотренных расчетов исследований осевое усилие в крейцкопфе при нагнетании бесштоковой камеры насоса ($0 < \varphi \leq \pi$) увеличивается по сравнению с идеализированным циклом (даже, если пренебречь инерционными силами поступательно движущихся масс).

Для реального гидромеханического цикла мгновенные значения момента сил сопротивления и подачи могут определяться не только кинематикой кривошипно-ползунного механизма (КПМ), но зависят и от материала гидрокоробки насоса и упругости жидкости; запаздывания срабатывания клапанов; неравномерности давления всасывания нагнетания (качества настройки пневмокомпенсатора); массы звеньев и динамических усилий; объемных, гидравлических и механических потерь; упруго-диссипативных свойств передачи между двигателем и насосом; давления подпора; неравномерности угловой скорости привода (с учетом момента инерции приводного двигателя и механической характеристики) и ряда других факторов. Также необходимо учитывать инерционные динамические усилия в КПМ при частотах ходов насоса более $100\text{--}125 \text{ мин}^{-1}$.

В последнее время наблюдается тенденция широкого внедрения и использования современных конструкций насосов, а также рост их быстроходности, в связи с чем необходимо уделять повышенное внимание вопросам динамики гидравлической и приводной частей БНА, что позволяет динамическое моделирование КПМ насосов бурового комплекса особенно в вопросах конструирования и дальнейшей эксплуатации.

Литература

1. Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы. М., Недра, 2016. — 191 с.
2. Колисниченко С.Н., Савинкин В.В., Колисниченко С.В., Киселев Л.А., Кузнецова В.Н. Повышение ресурса насоса буровой установки путем восстановления геометрических параметров шеек валов термоупрочненными кольцами. ВЕСТНИК № 4 (140), КазНИТУ, г.Алматы, 2020.- С.530-534
3. Остяков, Ю.А. Проектирование механизмов и машин: эффективность.: Учебное пособие / Ю.А. Остяков, И.В. Шевченко.-М.: Инфра-М, 2018.- 608 с.
4. V. Savinkin, T. Yu. Ratushnaya, A. A. Ivanishev, A. R. Surleva, O. V. Ivanova, S. N. Kolisnichenko «Study on the Optimal Phase Structure of Recovered Steam Turbine Blades Using Different Technological Spray Modes for Deposition of Al₂O₃»Universiti Malaysia Perlis, The 5th International Conference on Green Design and Manufacture 2019, IConGDM 2019 – Bandung, Indonesia 29-30 April 2019
5. Балденко Ф. Д. Расчеты бурового оборудования. Учебное пособие. – М.: РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2012. – 428 с.
6. Когаев В.П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени / Под ред. А.П. Гусенкова. - М., Машиностроение, 2017. - 160 с.
7. Балденко Ф.Д., Шмидт А.П. Буровые насосные агрегаты. Учебное пособие. М., РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2015. – 228 с.
8. Renev SA, Pr. okopov, Development of a mathematical model for detectors of conditional dimensions of primary cracks in LEPM and its implementation in the Russian cax system, Procedure EngiNering. 150 (2016) 683-688. DOI: 10.1016 / j.proeng.2016.07.078.

9. Drapalyuk M.V., Popikov P.I., Yudin R.V., Fomin A.A., Chernukhin R.V., Modeling the process of digging the root system of trees into a hydraulic pulse drive mechanism, IOP Conference Series: Materials of Science and Technology. 142 (1) (2016) 012090. DOI: 10.1088 / 1757-899X / 142/1/012090.