

УДК 622.276:004.94

UDC 622.276:004.94

**ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО  
РЕЖИМА В 2-D МОДЕЛИРОВАНИИ ДЛЯ  
СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ  
КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ  
СТАНКА-КАЧАЛКИ**

*И. В. Острицов, В. А. Оседедс,  
Х. К. Кадеров, С. О. Киреев*

Донской государственной технической  
университет, Ростов-на-Дону, Российская  
Федерация

[ivan-ostricov77@yandex.ru](mailto:ivan-ostricov77@yandex.ru)

[oseledets48@gmail.com](mailto:oseledets48@gmail.com)

[shamyl@rambler.ru](mailto:shamyl@rambler.ru)

[kireevso@yandex.ru](mailto:kireevso@yandex.ru)

Описывается параметрический режим работы по 2-D моделированию в программе КОМПАС-3D. На основании этого режима предлагается создать параметрическую компоновочную схему типоразмеров станков-качалок (СК). Такая схема позволит автоматизировать процесс подбора необходимого типоразмера СК на предприятии, выпускающем приводы скважинных насосных установок.

**Ключевые слова:** параметризация, станок-качалка, привод скважинной насосной установки, ШСНУ

**Введение.** В настоящее время активно используется параметрический режим в среде КОМПАС и других программах по проектированию оборудования для более эффективного и быстрого выполнения задания. Применение параметрического режима в программе КОМПАС значительно уменьшает количество ошибок при проектировании, что дополнительно экономит время на создание рабочих чертежей, документации, а также проектирования типоразмерного оборудования.

Станок-качалка является машиной, конструкция которой совершенствовалась в течение всей истории нефтедобывающей промышленности. Стандартом 1976 г. было предусмотрено 20 типоразмеров СК грузоподъемностью от 1,5 до 20 тонн, с того времени ГОСТ 5866–76 не подвергся сильным изменениям, и до сих пор данный типоразмерный ряд станков-качалок является актуальным [1]. В настоящее время в нашей стране действует государственный стандарт ГОСТ Р 5866, гармонизированный со Spec NE API [2]. В существующих ныне конструкциях изменений не предвидится, а это означает, что вполне логично создать для него автоматизированную компоновочную схему. Это позволит выбирать из типоразмерного табличного ряда необходимый типоразмер СК и работать с ним. Цель данной работы — для всех типоразмеров станков-качалки сформировать автоматизированную компоновочную схему, позволяющую работать с определенным размером СК, не вычерчивая его с нуля.

**APPLICATION OF PARAMETRIC MODE  
IN 2-D MODELING FOR ESTABLISHING  
THE AUTOMATED LAYOUT PATTERN  
OF PUMPING-UNITS**

*I. V. Ostritsov, V. A. Oseledets,  
H. K. Kaderov, S. O. Kireev*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,  
Russian Federation

[ivan-ostricov77@yandex.ru](mailto:ivan-ostricov77@yandex.ru)

[oseledets48@gmail.com](mailto:oseledets48@gmail.com)

[shamyl@rambler.ru](mailto:shamyl@rambler.ru)

[kireevso@yandex.ru](mailto:kireevso@yandex.ru)

The article describes the parametric mode of operation for 2-D modeling in the program COMPASS-3D. Based on this mode, it is proposed to create a parametric layout for the standard sizes of pumping-units (PU). Such a scheme will make it possible to automate the selection process of the required PU size at the enterprise producing drives of well pumping units.

**Keywords:** parameterization, pumping-units, drive of a well pumping unit, sucker rod pumping unit

Создание параметризованной схемы СК начинается с запуска программы КОМПАС-3D и создания фрагмента (рис. 1).

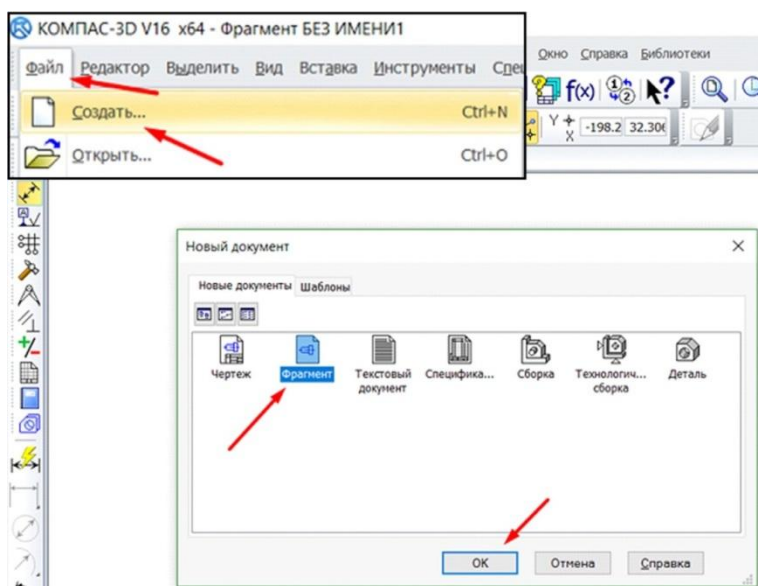


Рис. 1. Создание фрагмента в программе КОМПАС–3D

Далее необходимо обязательно включить параметрический режим на верхней панели инструментов в строке «Текущее состояние» (рис. 2).

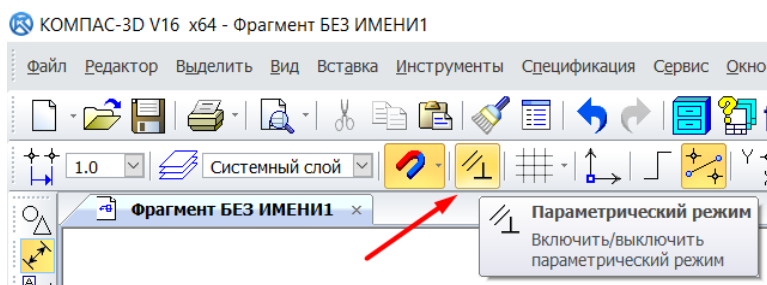


Рис. 2. Параметрический режим

После этого начинаем строить СК согласно основным размерам, указанным в ГОСТ 5866–76. На этом этапе условно разбиваем ШСНУ на части (балансир, головка балансира, кривошип, редуктор и прочее.) и каждую часть параметризуем отдельно, а после эти части совмещаем. Это позволит избежать ошибок, которые возникнут, если начать сразу с построения всего ШСНУ.

Вычерчиваем балансир по основным размерам и параметризуем его (рис. 3), задавая размеры согласно ГОСТ 5866–76, выбрав из таблицы типоразмер СК6-2,1-2500. Типоразмер можно выбрать любой, т.к. впоследствии все равно будет создана таблица переменных, куда будут занесены все типоразмеры СК.

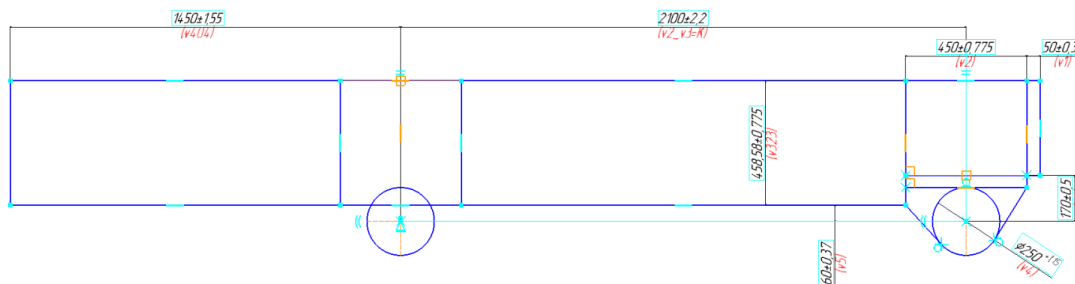


Рис. 3. Параметризованный балансир ШСНУ

Далее вычерчиваем головку балансира и параметризуем её (рис. 4). Она в дальнейшем будет прикреплена к балансиру.

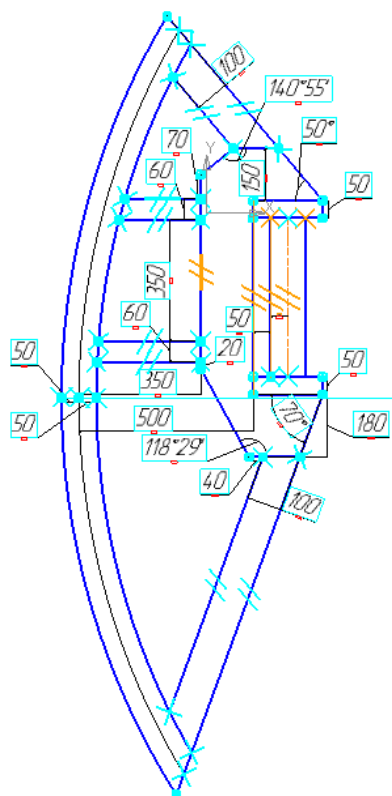


Рис. 4. Параметризованная головка балансира

Теперь вычерчиваем шатун (рис. 5), который в дальнейшем соединит балансир и кривошип. Размеры этого элемента не указаны в ГОСТ 5866–76. Отличие последнего отечественного стандарта от предыдущих заключается в том, что кинематическая схема СК не регламентируется. Стандарт содержит требования, касающиеся исполнения основных узлов, а также регламентирует показатели надежности, экологические и эргономические.

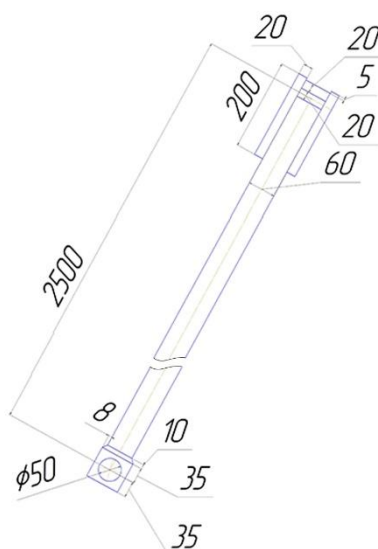


Рис. 5. Параметризованный шатун

Далее создаем параметризованный кривошип с грузами (рис. 6).

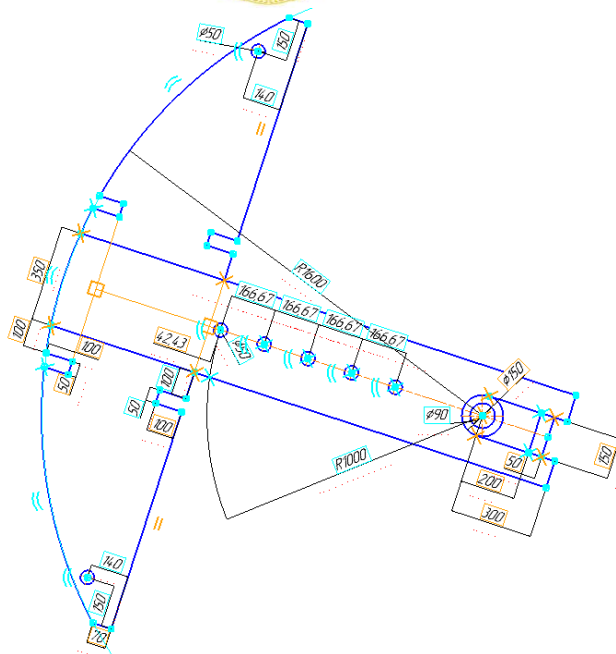


Рис. 6. Параметризованный кривошип с грузами

Затем вычерчиваем редуктор (рис. 7). Поскольку эта схема, то детально вычерчивать элементы незачем, однако есть детали, которые необходимо вычертить, чтобы можно было в дальнейшем аккуратно параметризовать и соединить их с другими параметризованными частями ШСНУ.

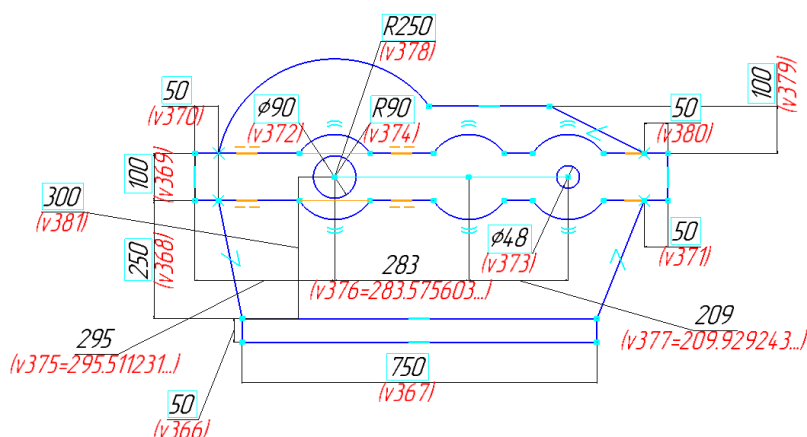


Рис. 7. Параметризованный редуктор

Далее соединяем все параметризованные элементы в новом фрагменте, привязывая их друг к другу. Вычерчиваем стойку, платформу и электродвигатель. Задаем оставшиеся основные размеры согласно ГОСТ 5866–76 (рис. 8). Размещаем размеры так, чтобы они не мешали, при необходимости можно скрыть лишние размеры, убрав их в другой слой, а затем сделав этот слой невидимым.

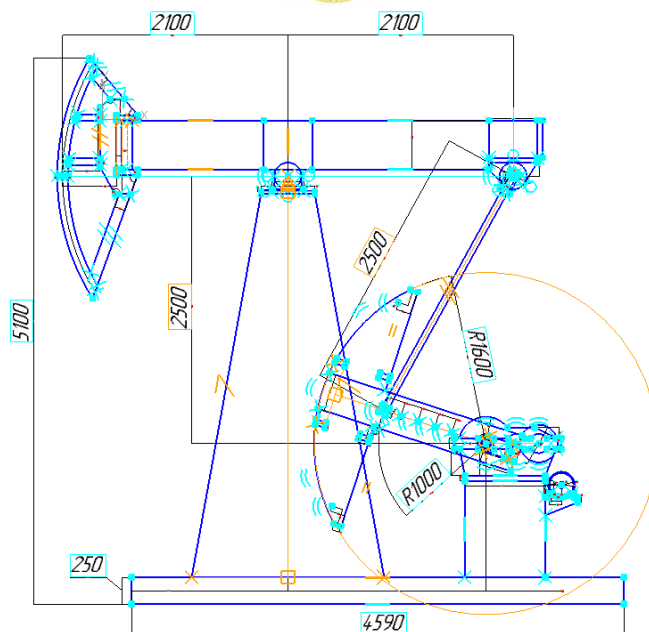


Рис. 8. Параметризованный привод штанговой скважинной установки

Теперь создадим таблицу переменных. Для этого необходимо перейти в окно переменных, нажав кнопку «Переменные» (рис. 9) в верхней панели инструментов.

Всем основным размерам, указанным в таблице ГОСТ 5866–76, присваиваем буквенное обозначение, идентичное ГОСТ 5866–76. Кинематические размеры:  $K_1$  — длина переднего плеча балансира,  $K$  — длина заднего плеча балансира,  $l$  — длина шатуна,  $r$  — радиус кривошипа (наибольший);  $l_1$  и  $l_2$  — расстояние между осью опоры балансира и осью ведомого вала редуктора (по горизонтали и вертикали соответственно);  $R$  — радиус вращения наиболее удаленной точки кривошипа; габаритные размеры (при горизонтальном положении балансира):  $L$  — длина,  $B$  — ширина (без ограждений),  $H$  — высота. Все присвоенные буквенные обозначения автоматически вводятся в меню переменных.

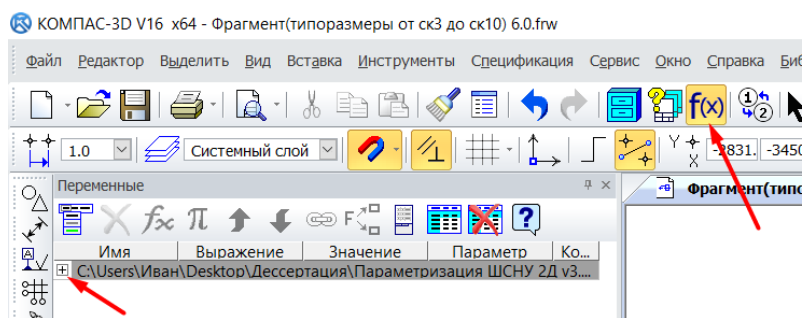


Рис. 9. Окно переменных

Здесь синим цветом отображены переменные, являющиеся внешними. Обратимся к справке компаса, где сказано, что внешняя переменная фрагмента — это переменная в параметрическом фрагменте, значение которой можно изменять при вставке этого фрагмента в другой фрагмент или чертеж (телом или внешней ссылкой). Основное назначение внешних переменных — управление параметрами вставленного в другой документ параметрического фрагмента без редактирования этого фрагмента внутри [3]. Иными словами, эти переменные можно изменять, не меняя при этом остальные. Именно это позволит нам создать таблицу переменных и впоследствии изменять с помощью этой таблицы типоразмерный ряд СК.

В открытом окне переменных нужно нажать кнопку «Таблица переменных» (рис. 10).

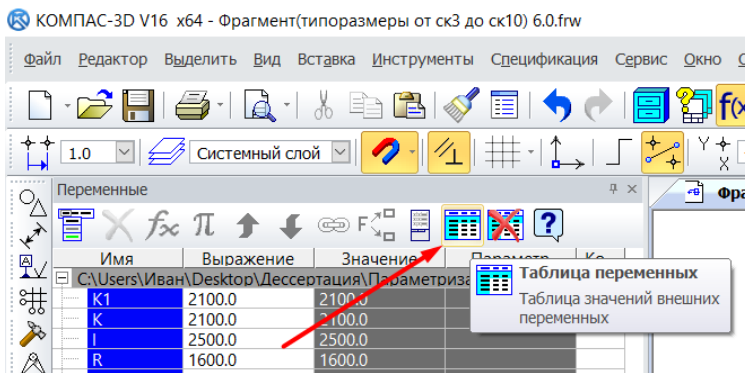


Рис. 10. Кнопка таблицы переменных

Затем нам открывается очередное окно. Это и есть окно таблицы переменных, здесь нужно создать таблицу для нашего СК согласно типоразмерному ряду.

Для этого нажимаем кнопку «Читать внешние переменные» (рис. 11), и сразу же нам загружаются все переменные, отображаемые синим цветом, они уже проставлены в порядке, в котором были выстроены в окне переменных, и в шапке таблицы записаны буквы, которые мы им задали.

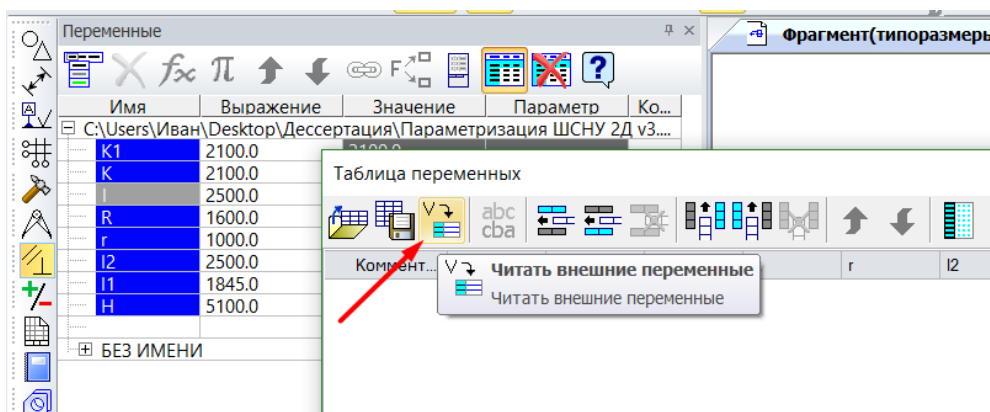


Рис. 11. Таблица переменных с импортируемыми данными

Далее нам необходимо просто внести основные параметры других типоразмеров СК в эту таблицу путем добавления новых строк ниже или выше текущей. Это можно сделать, нажав соответствующую кнопку в панели инструментов окна таблицы переменных (рис. 11).

В итоге таблица имеет вид, представленный на рис. 12.

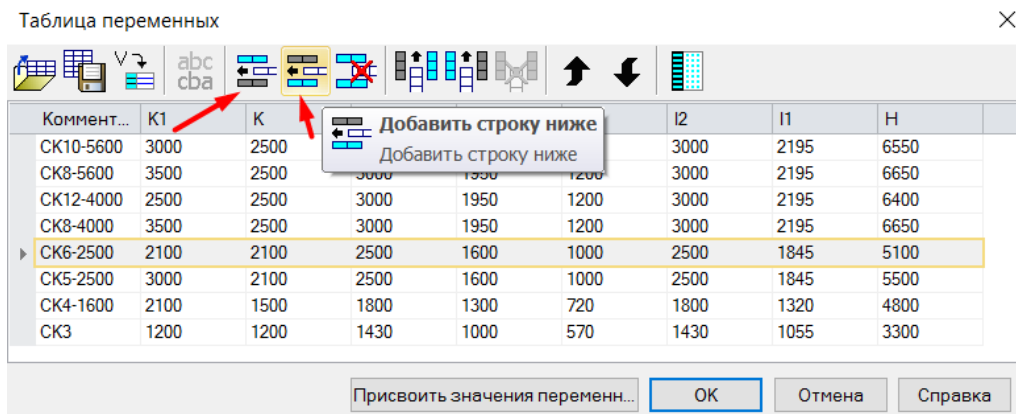


Рис. 12. Изображение заполненной таблицы переменных

Далее, выбрав нужную строку из этой таблицы, модель будет присваивать внешним переменным те значения, которые были выбраны из таблицы [4]. За счет этого будет изменяться не вся модель ШСНУ, а только лишь те основные размеры, которые нас интересуют, остальные же останутся неизменными.

Выберем модель СК3-630 из списка таблицы и нажмем кнопку «Присвоить значения переменным». И наша модель из модели СК6-2500 (рис. 8) перестроится в модель СК3-630 (рис. 13).

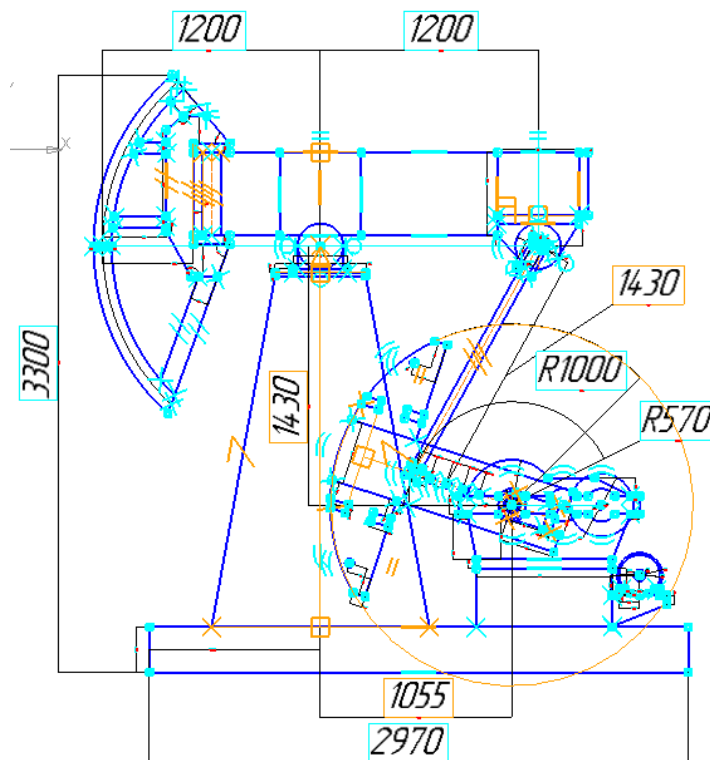


Рис. 13. Параметризованная схема СК3-630

В итоге мы имеем таблицу переменных, с помощью которой, выбрав модель СК, можно выбрать соответствующие размеры ее основных элементов [5]. Согласно этим размерам изменяется и весь станок-качалка.

**Заключение.** На основании вышеизложенного можно сделать вывод: поскольку в машиностроении имеется множество типовых деталей и механизмов, отличающихся друг от друга только размерами, а внешний вид (топология) у них остается неизменным, то такие размеры можно поместить в таблицу переменных. И благодаря такой таблице можно получать изображения деталей или механизмов со всеми рядами размеров.

Совершенствование станков-качалок идет в направлении разработки новых типоразмеров с аналогичными или близкими параметрами взамен имеющихся, а также проектирования устройств, основанных на иных принципах действия. К последним следует отнести станки-качалки с гидроприводом, безбалансирные станки-качалки ленточного типа, цепные и др. Однако, если по техническим параметрам эти устройства существенно превосходят традиционные станки-качалки, то по надежности до настоящего времени их превзойти никому не удалось. И в ближайшие 5–10 лет этот вид приводов будет по-прежнему монополистом на нефтяных промыслах. Именно поэтому подобные способы автоматизации процесса выбора схемы типоразмерного ряда станка-качалки являются весьма актуальными. И в дальнейшем могут существенно повлиять на разработку новых типоразмеров ШСНУ.

**Библиографический список**

1. ГОСТ 5866–76. Станки-качалки. Технические условия. — Москва : Издательство стандартов, 1986. — 13 с.
2. ГОСТ Р 51763–2001. Приводы штанговых скважинных насосов. Общие технические требования. — Москва : Изд-во стандартов, 2001. — 17 с.
3. Компас-3D V16. Руководство пользователя [Электронный ресурс] / Служба технической поддержки компании Аскон. — Режим доступа: [https://support.ascon.ru/library/documentation/items/?dl\\_id=737](https://support.ascon.ru/library/documentation/items/?dl_id=737) (дата обращения: 15.06.17).
4. Церна, И. А. Автоматизированное проектирование зубчатых передач кривошипных прессов: учеб. пособие / И. А. Церна, Х. К Кадеров. — Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2013. — 89 с.
5. Скважинные насосные установки для добычи нефти / В. Н. Ивановский [и др.]. — Москва : Изд-во «Нефть и газ», 2002. — 824 с.