

Приводы нефтегазового оборудования на основе прецессирующей плоскоконической передачи

В. Н. Сызранцев

доктор технических наук, профессор¹
v_syzrantsev@mail.ru

Ю. Г. Денисов

генеральный директор²
denisov.yurij2010@yandex.ru

В. П. Вибе

аспирант¹
wiebe45rus@mail.ru

Д. С. Федулов

аспирант¹

¹Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

²ООО Фирма «СТЭК», Курган, Россия

Рассматриваются приводы нового поколения нефтегазового оборудования на основе прецессирующей плоскоконической передачи, различные конструкции ручных приводов запорной арматуры, редукторные вставки к винтовому насосу для добычи тяжелых нефтей.

Ключевые слова

привод, прецессирующая передача, запорная арматура, трубопровод, шаровой кран

Основой подавляющего большинства ручных приводов запорной арматуры в настоящее время, как в России, так и за рубежом, является червячная передача [1]. Несмотря на достигнутые результаты в области технологии изготовления этих передач ведущими отечественными и мировыми производителями и удачную конструктивную компоновку привода, низкий коэффициент полезного действия червячной передачи, ограниченная нагрузочная способность и значительный страгивающий момент, особенно негативно сказывающиеся на надежности привода в суровых условиях эксплуатации — причины, требующие разработки приводов на основе иных зубчатых механизмов. В последние годы разработан ряд новых конструкций приводов запорной арматуры, среди которых перспективными являются приводы на основе спироидной передачи [2], волновые редукторы с промежуточными телами качения (ТОМЗЭЛ, СибМаш, Гусар) и эксцентриково-циклоидальные редукторы (ЗАО «Технологии маркет», г.Томск). По сравнению с червячной передачей спироидная передача обладает более высоким КПД и нагрузочной способностью, имеет лучшие массо-габаритные характеристики, особенно в случае применения стальных зубчатых колес. В то же время высокая относительная скорость скольжения поверхности вика червяка и поверхности зуба спироидного колеса, по сравнению с аналогичными относительными скоростями поверхностей зубьев шестерни и зубьев колес цилиндрических и конических передач приводит к значительным по величине страгивающим моментам при работе ручных приводов запорной арматуры в суровых условиях эксплуатации. Волновые редукторы с промежуточными телами качения и эксцентриково-циклоидальные редукторы имеют высокий КПД [1], и как следствие, малую страгивающую нагрузку при многопарном контакте тел качения. В то же время, помимо значительно более сложной технологии изготовления таких передач по сравнению с традиционными червячными и спироидными, нагрузочная способность передачи с промежуточными телами качения в условиях существенно точечного их контакта даже с учетом многопарности зацепления не достигает нагрузочной способности цилиндрических или конических передач при идентичных массо-габаритных параметрах.

В настоящей работе представлены результаты разработки приводов нефтегазового оборудования на основе использования прецессирующей плоскоконической передачи [3, 4, 5], обеспечивающей в одной ступени передаточное отношение (u) от 11 до 65 при многопарном (до 12 пар при $u=65$) контакте зубьев в зацеплении, обладающей высоким к.п.д. (88...90%), плавностью работы, по сравнению при идентичной массе и передаточном числе привода на основе червячной передачи увеличенным (до двух раз) крутящим моментом, а при одинаковой нагрузочной способности на 35...40% сниженной металлоемкостью. В процессе работы зубья шестерни и колеса передачи обкатываются, а не скользят относительно друг друга как в червячной или спироидной передачах, следствием чего передача имеет существенно меньший страгивающий момент и способна оставаться работоспособной в суровых условиях эксплуатации.

На рис. 1 представлена кинематическая схема редуктора с прецессирующей передачей. В корпусе редуктора жестко закреплено коническое колесо с числом зубьев z_2 . На приводном эксцентриковом валу через подшипниковый узел размещена двухвенцовая шестерня с зубчатыми венцами z_2 и z_3 . Выходной вал редуктора жестко связан с коническим колесом, имеющим число зубьев z_3 и z_4 , и относительно корпуса установленным на подшипниках.

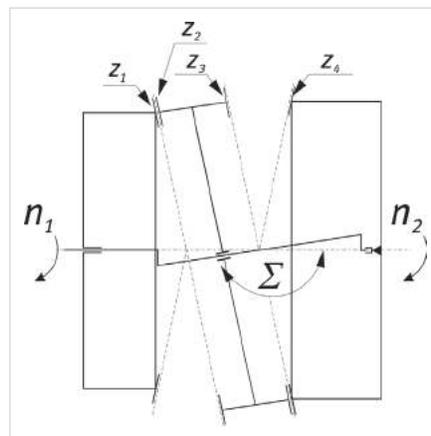


Рис. 1 — Кинематическая схема редуктора с плоско-конической прецессирующей передачей



Рис. 2, 3, 4 — Конструкции ручного привода запорной арматуры на основе использования прецессирующей передачи



Рис. 5 — Приводы к шаровому крану ДУ-300

При вращении приводного эксцентрикового вала коническая двухвенцовая шестерня совершает сложное движение — вращение вокруг своей оси и вместе с приводным эксцентриковым валом вокруг оси редуктора, вызывая вращение зубчатой муфты, составленной из зубчатых венцов z_3 и z_4 . При этом на двухвенцовой шестерне образуются расположенные под углом 180° две зоны контакта зубьев: в зацеплении колес $z_1 - z_2$ и в зацеплении колес $z_3 - z_4$. Общее передаточное число редуктора реализуется парой зубчатых венцов z_1 и z_2 и рассчитывается по зависимости

$$u = z_2 / (z_2 - z_1).$$

На рис. 2, 3, 4 показаны конструкции ручного привода запорной арматуры на

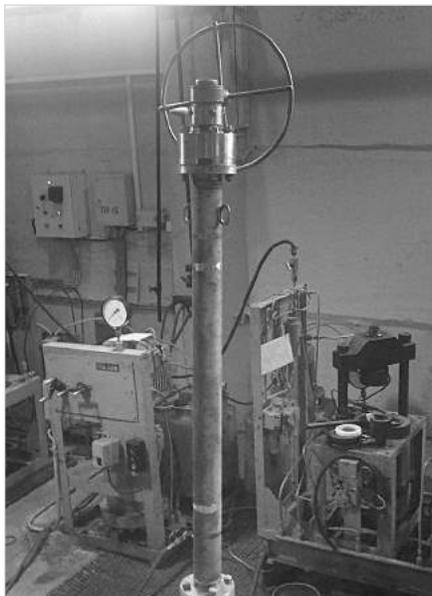


Рис. 6 — Привод к шаровому крану ДУ-160

основе использования прецессирующей передачи, а на рис. 5, 6 образцы изготовленных приводов.

На рис. 7 показаны редукторные вставки к винтовому насосу для добычи тяжелых нефтей на основе плоско-конической прецессирующей передачи, соответственно с $u=21$ и $u=10,5$ в одних и тех же радиальных габаритах.

Итоги

Прецессирующая передача, являющаяся в общем случае конической с малым межосевым углом, может изготавливаться с прямыми, косыми, круговыми, двояковыпукловогнутыми (ДВВ) зубьями.

Выводы

Передача с ДВВ зубьями более предпочтительна, поскольку по сравнению с передачей с круговыми зубьями при синтезе зацепления [3], в процессе которого обеспечивается требуемая локализация контакта, имеет меньше геометрических ограничений на технологический процесс нарезания зубьев круговыми резовыми головками на зуборезных станках.



Рис. 7 — Редукторные вставки к винтовому насосу

Список используемой литературы

1. Набиев Р.М. Червячный редуктор электропривода — пережиток прошлого или актуальная классика // Территория нефтегаз, 2010. С.100–102.
2. Гольдфарб В.И., Главатских Д.В., Трубачев Е.С., Кузнецов А.С., Лукин Е.В., Иванов Д.Е., Пузанов В.Ю.. Спиroidные редукторы трубопроводной арматуры. М.: Вече, 2011. 222 с.
3. Сызранцев В.Н., Вибе В.П., Котликова В.Я. Проектирование редуктора с прецессирующей зубчатой передачей. Казань: Научно-технический вестник Поволжья. 2011. № 2. С. 53–58.
4. Сызранцев В.Н., Плотников Д.М., Денисов Ю.Г., Ратманов Э.В. Патент №2334125 Российская Федерация, С1 (RU), F04C 2/107, F04B 47/02. Установка скважинного винтового насоса. Опубликовано: 20.09.2008. Бюл. №26.
5. Сызранцев В.Н., Плотников Д.М. Патент №2419018 Российская Федерация, МПК F16K31/04, F16K31/53 Электропривод запорной арматуры. № 2009143224/06. Заявлено 23.11.2009. Опубликовано 20.05.2011 Бюл. № 14.



ENGLISH

VALVES

Precessing transmission based gears for oil and gas machinery

UDC 621.646

Authors:

V. N. Syzrantsev — doctor of technical sciences, professor¹; v_syzrantsev@mail.ru

Yu. G. Denisov — general manager²; denisov.yurij2010@yandex.ru

V. P. Vibe — post graduate student¹; wiebe45rus@mail.ru

D. S. Fedulov — post graduate student¹;

¹Tyumen State Oil and Gas University (TSOGU), Tyumen, Russian Federation

²STEK Ltd., Kurgan, Russian Federation

Abstract

The paper describes the gears of new generation for oil and gas pipelines valving based on precessing transmission. Presented the kinematic and layout diagrams of this gears type. Their advantages in comparison with the existing designs are shown.

Results

Precessing transmission, which is generally conical with small interaxial angles, can be made with straight, oblique, circular, twofold convex-concave (TCC) teeth.

Conclusions

Transmission with TCC teeth preferred because as compared to a circular teeth with the

synthesis of engagement [3], in the process that provides the required localization of contact, has fewer geometric constraints on the process cutting teeth circular cutter heads for gear cutting machines.

Keywords

precessing transmission, valves, pipeline, ball valve

References

1. Nabiev R.M. *Chervyachnyy reduktor elektroprivoda — perezhitok proshlogo ili aktual'naya klassika* [Worm gear actuator — a relic of the past or current classics]. *Territoriya neftegaz*, 2010, pp. 100–102.
2. Gol'dfarb V.I., Glavatskikh D.V., Trubachev E.S., Kuznetsov A.S., Lukin E.V., Ivanov D.E., Puzanov V.Yu. *Spiroidnye reduktory truboprovodnoy armatury* [Spiroid reducers pipe fittings]. М.: Vechе, 2011, 222 p.
3. Syzrantsev V.N., Vibe V.P., Kotlikova V.Ya. *Proektirovanie reduktora s pretsessiruyushchey zubchatoy peredachey* [Design of gear with precessing gear]. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Povolzh'ya*, 2011, issue 2, pp. 53–58.
4. Syzrantsev V.N., Plotnikov D.M., Denisov Yu.G., Ratmanov E.V. Patent №2334125 Russian Federation, S1 (RU), F04C 2/107, F04B 47/02. *Ustanovka skvazhinnoy vintovogo nasosa* [Installation of downhole screw pump]. Priority from 20.09.2008. Byul. №26.
5. Syzrantsev V.N., Plotnikov D.M. Patent №2419018 Russian Federation, МПК F16K31/04, F16K31/53 *Elektroprivod zapornoj armatury*. № 2009143224/06 [Power valves]. Statement 23.11.2009. Priority from 20.05.2011 Byul. № 14.