

ОБЗОР МЕТОДИК ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ПЛАНЕТАРНО-РОТОРНЫХ ГИДРОМАШИН

Ивкина О.П.¹, Базаров Б.И.²

¹НИ ТПУ, ИШПР, гр. А4-20,

e-mail: opi1@tpu.ru

²НИ ТПУ ИШПР, гр. 2БМ36,

e-mail: bazarov.bair2016@yandex.ru

Гидравлические двигатели используются во многих отраслях промышленности. К преимуществам гидродвигателей относят их компактность, высокий крутящий момент, плавную механическую передачу, а также нетребовательность к рабочей среде. Эти достоинства гидродвигателей обусловлены их конструктивной особенностью – применением зубчатой планетарной передачи с плавающими сателлитами.

Вопросами геометрического синтеза планетарно-роторных машин с некруглыми зубчатыми колесами занимаются ученые по всему миру уже много лет. В 1977 году [2] американским ученым Bohdan Sieniawski была разработана конструкция нового гидромотора с некруглой планетарной передачей (рис. 1).

С развитием техники геометрия некруглых зубчатых колес перестала ограничиваться эллиптической третьего порядка, появились более геометрически сложные некруглые зубчатые механизмы, имеющие улучшенные механические характеристики. Однако это привело к сложности разработки конструкции, а также к сложности и дороговизне производства некруглых зубчатых колес.

В настоящее время наибольших успехов в вопросах геометрии зубчатых колес для планетарно-роторных гидромашин добились такие ученые, как Dawei Li, D. Mundo, T. Hasse, B. Laczik, V. Marius. Среди отечественных учёных это Ан И-Кан и Г.Ю. Волков.

Так, в докторской диссертации российского ученого Ан И-Кана [3] рассматриваются вопросы метода синтеза центроид некруглых солнечных колес планетарных передач с плавающими сателлитами. Однако разработанный метод, состоящий из череды сложных алгебраических вычислений неудобен и практически не применим на производстве. На рис. 2 показана типичная схема планетарной передачи гидромотора, рассматриваемая Ан И-Каном.

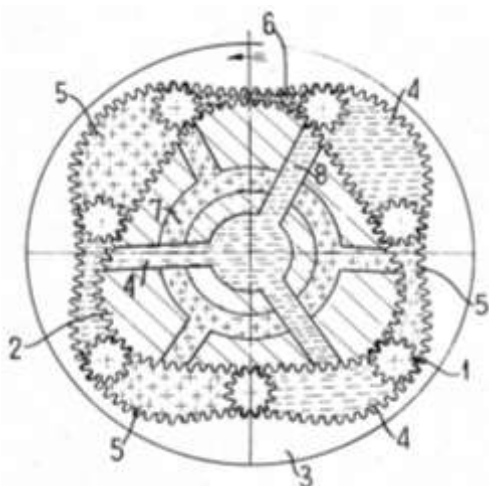


Рис. 1. Конструкция гидромотора, разработанного Bohdan Sieniawski:
1 – сателлит; 2 – внутренний кулачок;
3 – внешний кулачок; 4, 7, 8 – каналы для подачи
жидкости; 5, 6 – рабочая жидкость

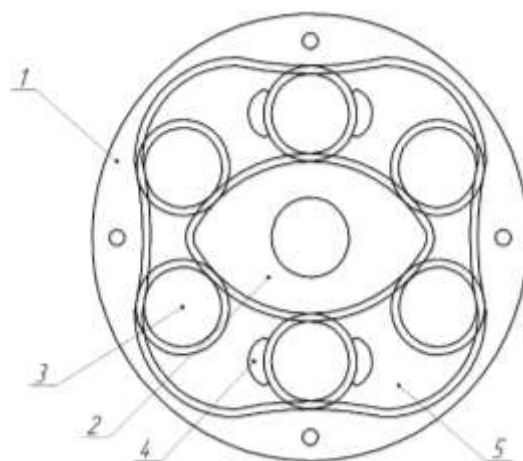


Рис. 2. Схема планетарно-роторного гидромотора, рассматриваемая Ан И-Каном:
1, 2 – солнечные колеса с внутренним и внешним колесом; 3 – сателлиты; 4 – каналы подвода и отвода
жидкости; 5 – рабочие полости

Методика расчёта и проектирования планетрно-зубчатой передач, предложенная Г.Ю. Волковым [4] основана на более простых математических вычислениях (рис. 3). В основе данной методики лежит расчёт траектории движения центров сателлитов, а затем их диаметров и скоростей. Данный метод просто в реализации и применим на производстве.

В свою очередь, Dawei Li в соавторстве с Yiongping Liu, Jun Gong и Tongcheng Wang [1] предлагает снизить сложность проектирования и повысить точность изготовления шестерни за счет использования дугообразной кривой шага вместо некруглой кривой шага с постоянно меняющейся кривизной (рис. 4). На основе геометрического соотношения и передаточного отношения некругового планетарного механизма им была построена модель нелинейного программирования, а затем был спроектирован некруговой планетарный механизм. По утверждению автора, практическая эффективность разработанного им механизма не отличается от эффективности механизма, выпускаемого в настоящее время. Однако скорость составляет 100–400 об/мин. Таким образом, с учётом полученных автором результатов, а также простоты конструирования, разработанная конструкция гидромотора целесообразна в использовании на производстве.

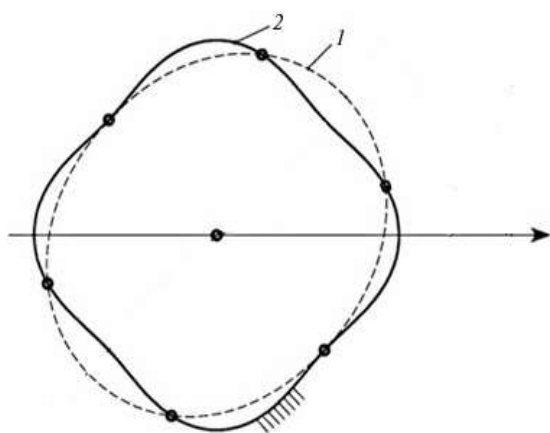


Рис. 3. Траектории движения центра сателлита (1, 2) относительно центрального колеса по методике Г.Ю. Волкова

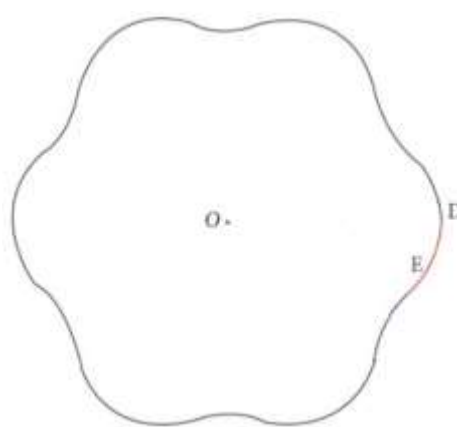


Рис. 4. Дугообразная кривая шага внутреннего зубчатого венца по методике Dawei Li: O – центр зубчатого колеса, ED – кривая шага

Таким образом были рассмотрены методы геометрического синтеза планетарно-роторных гидромашин с учетом простоты расчета и удобства производства. Тем не менее, представленные методики имеют потенциал к развитию для еще большего упрощения уже полученных методов расчета и конструирования планетарно-роторных гидромашин.

Список литературы

1. Dawei Li, Design of a Noncircular Planetary Gear Mechanism for Hydraulic Motor [Text] / Yiongping Liu, Jun Gong, Tgongcheng Wang // Mathematical Problems in Engineering. – 2021. – P. 1–9. DOI:10.1155/2021/5510521.
2. U.S. Patent No. 3852002 Gyating-cam engine, particularly as a hydraulic engine / Appl. No.: 310077: Filed: Nov. 28, 1972 / B. Sieniawski; Assignee Zaklady Urzadzen Okretowych «Hydroster». – Gdansk, Poland, 1974.
3. Ан И-Кан Синтез, геометрические и прочностные расчеты планетарных механизмов с некруглыми зубчатыми колесами роторных гидромашин: дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. Наук / Ан И-Кан; Томский политехнический университет. – Томск, 2001. – 236 с.
4. Волков Г.Ю. Инженерный метод геометрического синтеза планетарного механизма роторной гидромашин [Текст]/ Г.Ю. Волков, Д.А. Курасов, М.В. Горбунов // Научно-технический и производственный журнал «Вестник машиностроения». – 2017. – № 10. – С. 10–15.