

УДК 62-231.1

Лисичкин П.П., Паршин В.Н.

ЛИСИЧКИН ПАВЕЛ ПАВЛОВИЧ – старший преподаватель кафедры технологий промышленного производства Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток). Суханова ул., 8, Владивосток, 690950; главный конструктор (ООО «Первое КБ», Владивосток). Калинина ул. 42, Владивосток, 690035. E-mail: plisichkin@mail.ru

ПАРШИН ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ – магистрант кафедры технологий промышленного производства Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток). Суханова ул. 8, Владивосток, 690950; инженер-конструктор 3-й категории (ООО «Первое КБ», Владивосток). Калинина ул. 42, Владивосток, 690035. E-mail: volody314@yandex.ru

Конструкция возвратно-поступательного механизма для устройства отсечения голов рыб в рыбопереработке

Существующие конструкции для отсекаания голов тушек рыбы в основном используют схему перемещения ножа по направляющим. Различные приводы и схемы для создания поступательного движения, такие как передачи «винт-гайка», прямой электрический привод в виде электромагнита или линейного электрического двигателя, пневмопривод или гидропривод, кривошипно-шатунный механизм, имеют ряд недостатков в плане изменения усилий и скорости при перемещении рабочего органа.

В статье рассмотрены принципы работы и устройства мало известного механизма преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное, проведено сравнение различных вариантов такого механизма. Также сделано обоснование выбора наиболее подходящей схемы для заданных условий, на основе которой авторы впервые применили этот механизм в рыбоперерабатывающем оборудовании.

Ключевые слова: вращательное движение, возвратно-поступательное движение, преобразование движений, схема механизма, варианты конструкции, надежность механизма.

При конструкторской проработке представленного в статье решения авторы, как это предписывают нормативные документы и источники по теме [2–6, 8], провели сопоставление вариантов, их особенностей (принципов действия, размещения функциональных составных частей и т.п.) и дали сравнительную оценку, в том числе по эргономическим, эстетическим и технологическим показателям (ориентировочные удельная трудоемкость и материалоемкость изготовления и др.), по показателям стандартизации и унификации. При этом учитываются конструктивные и эксплуатационные особенности разрабатываемого и существующих изделий, тенденции и перспективы его обеспечения (возможности выбора методов и средств измерения).

Цель данной статьи – представить макет технологичного устройства, преобразующего вращательное движение в возвратно-поступательное с заданными механическими характеристиками для привода рабочего органа.

Среди номенклатуры оборудования для рыбопереработки, используемого на плавбазах и береговых заводах, существует такой класс устройств для отсекаания голов тушек рыбы – головорубы. Отсечение для экономии биоресурсов производится с помощью различных ножей – дисковых, прямых, фигурных. Такие устройства состоят из стола, ножа, скользящего по направляющим, и отсека с приводом, установленного на стойках над столом. Нож перемещается возвратно-поступательно. При работе с таким устройством тушка рыбы располагается на столе под ножом. Оператор включает привод, который сообщает ножу движение, перемещающее его вниз, голова рыбы отделяется, после чего привод перемещает нож вверх в исходное положение [9].

На Рис. 1 показаны различные предложенные при конструировании варианты принципов получения возвратно-поступательного движения, на Рис. 2 – характерные для вариантов графики скорости линейного перемещения рабочего органа.

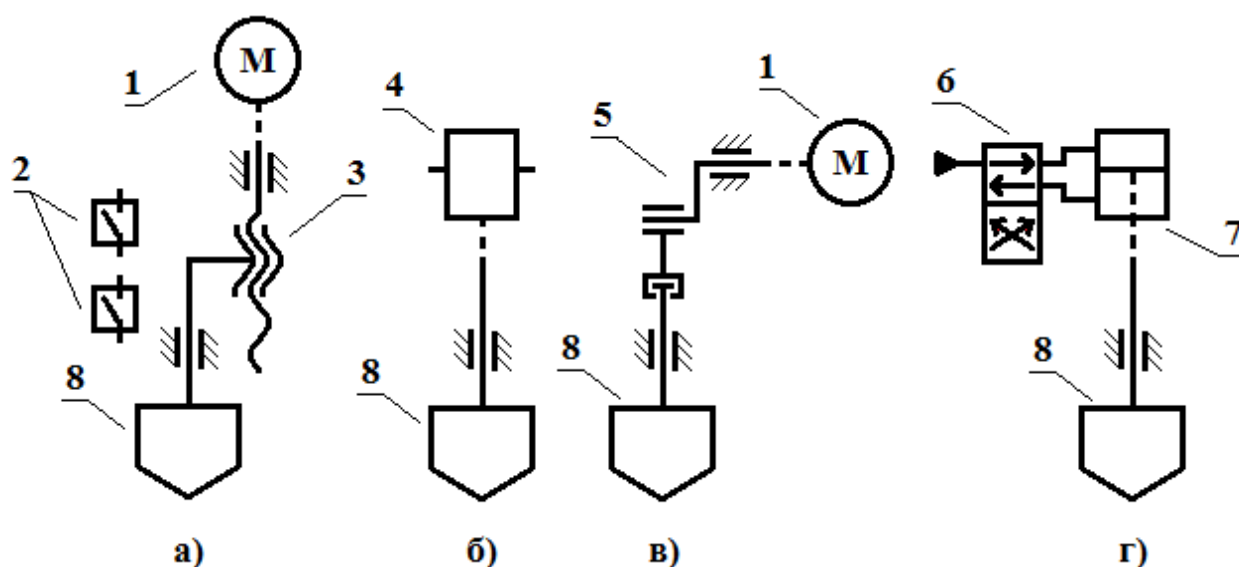


Рис. 1. Варианты принципов получения возвратно-поступательного движения при помощи: а – передачи винт-гайка; б – прямого электрического привода; в – преобразующих механизмов; г – пневмо- или гидропривода.

1 – электродвигатель; 2 – датчики конечного положения; 3 – передача винт-гайка; 4 – линейный электродвигатель (электромагнит); 5 – преобразующий механизм; 6 – аппарат управления потоком; 7 – пневмо-гидроцилиндр; 8 – рабочий орган (нож)

Использование принципа передачи типа «винт-гайка» (Рис. 1, а) заключается в передаче вращающего момента от электродвигателя винту, по которому перемещается ходовая гайка. С ходовой гайкой соединен рабочий орган – нож, который перемещается заодно с ней. График скорости линейного перемещения рабочего органа показан на Рис. 2, а. Недостаток такой схемы заключается в том, что для обеспечения ее работы необходима система управления с датчиками конечного положения рабочего органа, переключающая направление вращения электродвигателя для возвратно-поступательного движения рабочего органа.

Использование принципа прямого электрического привода (Рис. 1, б) заключается в прямой передаче возвратно-поступательного движения от электромагнита или линейного электрического двигателя. Самым простым вариантом электропривода ножа может быть электромагнит – устройство, создающее магнитное поле при прохождении электрического тока, обычно состоящее из обмотки и ферромагнитного сердечника, который приобретает свойства магнита при прохождении по обмотке электрического тока. В электромагнитах для создания механического усилия присутствует якорь (подвижная часть магнитопровода), передающий усилие рабочему органу [1]. График скорости линейного перемещения рабочего органа показан на Рис. 2, б. Недостаток такого принципа заключается в том, что электромагнит необходимых габаритов и мощности не обеспечивает требуемый ход ножа.

Вместо электромагнита в схеме с прямым электрическим приводом возможно использование линейного электродвигателя. График скорости линейного перемещения рабочего органа показан на Рис. 2, а. В этом случае недостатком, как и в схеме передачи типа «винт–гайка», является необходимость системы управления с датчиками конечного положения рабочего органа.

Использование принципа механического преобразования вращательного движения в возвратно-поступательные (Рис. 1, в) заключается в передаче вращающего момента от электродвигателя к механическому устройству, которое преобразует вращательное движение электродвигателя в возвратно-поступательное движение рабочего органа. В технике известно большое количество разновидностей таких преобразующих механических устройств [10], например кривошипно-шатунный механизм, шотландский механизм и т.д. – они широко применяются в различных технических устройствах. График скорости линейного перемещения рабочего органа показан на Рис. 2, в. Недостаток применения такого принципа кроется в синусоидальном характере изменения скорости – скорость резания существенно меняется на протяжении реза, за счет чего его качество становится низким.

Использование принципа поршневого пневмо- или гидропривода (Рис. 1, г) заключается в передаче вращающего момента от электродвигателя на вал насоса, который сообщает энергию рабочей среде – жидкости либо газу [7]. Рабочая среда по трубопроводам через регулирующую аппаратуру поступает в пневмо- или гидродвигатель, представляющий собой цилиндр, в котором под воздействием рабочей среды, находящейся под давлением, перемещается поршень, вырабатывающий механическую энергию и сообщающий движение рабочему органу. В пневмоприводе отработанный газ выбрасывается в окружающую среду; при использовании гидропривода рабочая жидкость по трубопроводам возвращается либо в гидробак, либо непосредственно к насосу. График скорости линейного перемещения рабочего органа показан на Рис. 2, б. Недостаток такой схемы состоит в том, что для ее работы требуется насос, регулирующая аппаратура и т.д. Это оборудование большие габариты, дорого и нуждается в обслуживании. Затраты энергии на получение рабочей среды под давлением и последующее ее использование выше, чем при прямом преобразовании электрической энергии в механическую.

В настоящее время на рынке имеются так называемые электроцилиндры (по аналогии с пневмоцилиндрами или гидроцилиндрами). Такое устройство содержит в одном корпусе электродвигатель и передачу типа «винт–гайка», а также систему управления с концевыми выключателями. Достоинство таких устройств в простоте их применения, недостаток – в том, что агрегаты с подходящими динамическими характеристиками имеют очень высокую стоимость.

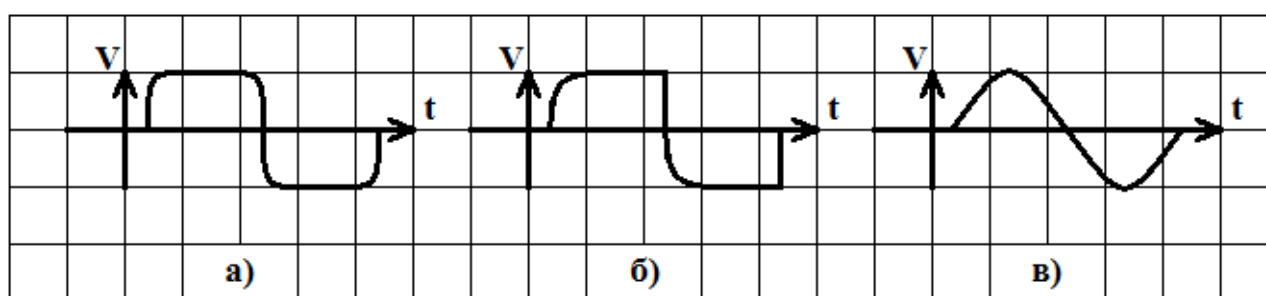


Рис. 2. Графики скорости линейного перемещения рабочего органа

В ходе конструирования при обзоре аналогов и анализе уровня развития техники авторы выбрали принцип преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное, лишенный недостатков других рассмотренных вариантов (см. Рис. 1). К достоинствам отысканного варианта относятся постоянная линейная скорость резания (см. Рис. 2, в), высокий КПД, технологичность конструкции, низкая стоимость и простота изготовления.

На Рис. 3 показан принцип работы механизма преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное на основе двух жестко соединенных зубчатых реек (Рис. 3, поз. 2) и сектора зубчатого колеса (Рис. 3, поз. 1) [10].

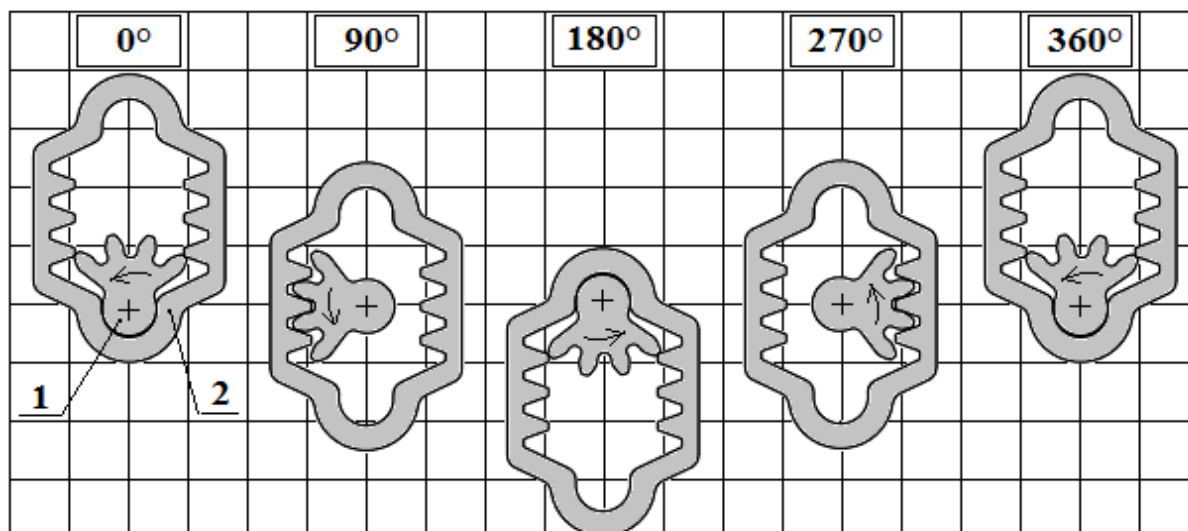


Рис. 3. Принцип работы механизма преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное: 1 – сектор зубчатого колеса; 2 – жестко соединенные зубчатые рейки

В этом механизме в исходном положении (0°) сектор зубчатого колеса при своем вращении осуществляет переход из зацепления с одной зубчатой рейкой в зацепление с другой зубчатой рейкой. При этом зубчатые рейки не осуществляют какого-либо движения. После того как осуществляется зацепление, происходит качение сектора зубчатого колеса по зубчатой рейке и ее линейное движение (90°). Когда зубчатая рейка доходит до конца (180°), то осуществляется обратный переход сектора зубчатого колеса из зацепления с одной зубчатой рейкой в зацепление с другой зубчатой рейкой – и происходит обратный ход жестко соединенных зубчатых реек (180° – 360°). Весь цикл осуществляется при неизменном направлении вращения сектора зубчатого колеса.

На Рис. 4 показана кинематическая схема установки. Электрический двигатель (Рис. 4, поз. 1) через ременную передачу (Рис. 4, поз. 2) и электромагнитную муфту (Рис. 4, поз. 3) сообщает вращательное движение сектору зубчатого колеса механизма преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное (Рис. 4, поз. 4). В механизме преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное происходит преобразование движения и передача его рабочему органу (ножу) (Рис. 4, поз. 5).

В процессе работы оператор установки кладёт на стол и позиционирует тушку рыбы, после чего нажимает электрический переключатель. В результате срабатывания переключателя напряжение питания подаётся на обмотки электромагнитной муфты, фрикционные диски муфты притягиваются, сцепляются и начинают передавать крутящий момент от электродвигателя к механизму преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное. В результате нож, жестко связанный с механизмом, совершает возвратно поступательное движение рабочего хода.

Введение в кинематическую схему электромагнитной муфты (Рис. 4, поз. 3) обоснованно необходимостью обеспечения оптимального режима работы электродвигателя. При наличии постоянной жёсткой механической связи электродвигателя с сектором зубча-

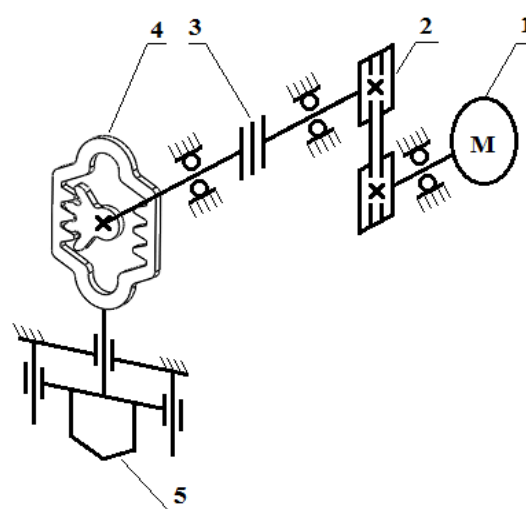


Рис. 4. Кинематическая схема установки: 1 – электрический двигатель; 2 – ременная передача; 3 – электромагнитная муфта; 4 – механизм преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное; 5 – рабочий орган

того колеса цикличность работы установки обеспечивается постоянным включением и выключением электродвигателя. При этом электродвигатель основную часть времени работает в пусковом режиме, который характеризуется низким КПД и высокими пусковыми токами, нагревающими обмотки, – это сильно понижает энергетическую эффективность системы и требует принудительного охлаждения электродвигателя. Проблема решается введением в кинематическую схему электромагнитной муфты, соединяющей части кинематической схемы при постоянно работающем в оптимальном режиме электродвигателе.

Предложенный авторами вариант устройства по отсечению голов рыб с высокой эффективностью преобразовывает электрическую энергию в полезную работу, позволяя обойтись без дополнительных систем. Это предоставляет такие преимущества, как энергосбережение, упрощение и удешевление всей системы, уменьшение эксплуатационных расходов, и делает устройство более привлекательным для предприятий рыбопереработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершун А.Л. Электромагнит // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., 1890–1907.
2. ГОСТ 2.103-68 ЕСКД. Стадии разработки.
3. ГОСТ 2.118-73 ЕСКД. Техническое предложение.
4. ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект.
5. ГОСТ 2.120-73 ЕСКД. Технический проект.
6. Лисичкин П.П., Лелюхин В.Е. Процесс подготовки конструкторской и технологической документации // Вологдинские чтения: материалы научной конференции, Владивосток, декабрь, 2011 / ДВФУ, Инженерная школа. Вып. 80. Владивосток: Издательский дом ДВФУ, 2012. С. 172–175.
7. Схиртладзе А.Г., Иванов В.И., Кареев В.Н. Гидравлические и пневматические системы. М.: Станкин; Янус-К, 2003. 544 с.
8. Ханзен Ф. Основы общей методики конструирования (Систематизация конструирования). Л.: Машиностроение, 1969. 164 с.
9. Чупахин В.М. Оборудование предприятий и судов рыбной промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1969, 490 с.
10. Steiner R. Mechanical Principles: documental film, 1930. URL: <https://youtu.be/mkQ2pXkYjRM?t=225>

THIS ARTICLE IN ENGLISH SEE NEXT PAGE

Mechanical Engineering

Lisichking P., Parshin V.

PAVEL P. LISICHKING, Senior Lecturer, School of Engineering, Far Eastern Federal University, Vladivostok. 8 Sukhanova St., Vladivostok, Russia, 690950. Senior Design Engineer, Pervoe KB, 42 Kalinina St., Vladivostok, 690035, e-mail: plisichkin@mail.ru

VLADIMIR N. PARSHIN, Master's Degree Student, School of Engineering, Far Eastern Federal University, Vladivostok. 8 Sukhanova St., Vladivostok, Russia, 690950. Design Engineer, Pervoe KB, 42, Kalinina St., Vladivostok, 690035, e-mail: volody314@yandex.ru

The construction of the reciprocating mechanism for fish head cutting machine when processing fish

The existing design fish head cutting machines employ mainly the scheme when the knife moves in guides. Various drives and schemes generating translational movement have certain drawbacks to the force and speed of the movement of the working tool. The article is concerned with the operating principles of a little known mechanism which converts rotational motion to reciprocating one and with the comparison between various variants of such a mechanism. Besides, it substantiates the most appropriate scheme for the process, which the authors themselves used as a basis when they employed the mechanism in fish processing equipment for the first time.

Key words: rotational motion, reciprocating motion, conversion of motion, diagram of gears, design variations, machine reliability.

REFERENCES

1. Gershun A.L. Electromagnet. Brokgauz and Efron's encyclopedic dictionary. In 86 vol.; 82 vol. and 4 additions). SPb., 1890–1907. (in Russ.). [Gershun A.L. Jelektromagnit // Jenciklopedicheskiy slovar' Brokgauza i Efrona: v 86 t. (82 t. i 4 dop.). SPb., 1890–1907].
2. GOST 2.103-68 ESKD. Development stages. (in Russ.). [GOST 2.103-68 ESKD. Stadii razrabotki].
3. GOST 2.118-73 ESKD. Technical offer. (in Russ.). [GOST 2.118-73 ESKD. Tehnicheskoe predlozhenie].
4. GOST 2.119-73 ESKD. Conceptual design. (in Russ.). [GOST 2.119-73 ESKD. Jeskiznyj proekt].
5. GOST 2.120-73 ESKD. Technical design. (in Russ.). [GOST 2.120-73 ESKD. Tehnicheskij proekt].
6. Lisichking P.P., Lelukhin V.E. Design and technological documents advance preparation process. Vologdinskie chteniya: proceedings, FEFU, School of Engineering, Vladivostok, Dec., 2011, vol. 80. Vladivostok, FEFU-Press, 2012, p. 172-175. (in Russ.). [Lisichkin P.P., Leljuhin V.E. Process podgotovki konstruktorskoj i tehnologicheskoy dokumentacii // Vologdinskie chteniya: materialy nauchnoj konferencii, Vladivostok, dekabrya, 2011 / DVFU, Inzhenernaya shkola. Vyp. 80. Vladivostok: Izdatel'skiy dom DVFU, 2012. S. 172-175].
7. Shkirtladze A.G., Ivanov V.I., Kareev V.N. Hydraulic and pneumatic systems. M., Stankin, Yanus-K, 2003, 544 p. (in Russ.). [Shkirtladze A.G., Ivanov V.I., Kareev V.N. Gidravlicheskie i pnevmaticheskie sistemy. M.: Stankin; Janus-K, 2003. 544 s.].
8. Hanzen F. Design common methodology base (Design systemization). L., Mashinostroenie, 1969, 164 p. (in Russ.). [Hanzen F. Osnovy obshhej metodiki konstruirovaniya (Sistematizaciya konstruirovaniya). L.: Mashinostroenie, 1969. 164 s.].
9. Chupahin V.M. Fish-processing equipment of factories and ships. M., Pishhevaya promishlennost, 1969, 490 p. (in Russ.). [Chupahin V.M. Oborudovanie predpriyatij i sudov rybnoj promyshlennosti. M.: Pishhevaya promyshlennost', 1969, 490 s.].
10. Steiner R. Mechanical Principles: documental film, 1930. URL: <https://youtu.be/mkQ2pXkYjRM?t=225>