

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В ОТРАСЛИ МАШИНОСТРОЕНИЯ В БЕЛАРУСИ

**Введение.** Объект научного исследования — актуальные направления современного развития машиностроения в Республике Беларусь. Предметом исследования избрано развитие робототехнической отрасли. На данный момент ведущим производителем роботов является Япония. Промышленные роботы стали неотъемлемой частью мирового производства и производства в Беларуси, в частности. Однако по сравнению с мировым развитием робототехники Беларусь пока не находится в списке наиболее успешно развивающих данную отрасль государств. В промышленности успешно внедряются современные робототехнические комплексы, способные гибко настраиваться на нужные цели и обучаться по ходу работы. Машиностроительные заводы начинают действовать по принципу «роботы делают роботов». В развитых странах, а следом за ними и в Республике Беларусь появляются заводы, автоматизированные на 90 %, что сказывается самым благоприятным образом на развитии данных предприятий и на качестве выпускаемой продукции, а также на деловой репутации этих предприятий и нашей страны в целом. Такое робототехническое оборудование на машиностроительных заводах будет становиться все более доступным, простым в управлении и настраивании, модульным и распределенным, тем самым обеспечивая быстрый переход на освоение любой цели или задачи. Цель развития робототехники — вывести машиностроение Республики Беларусь на качественно новый уровень, сделать его конкурентно способным на мировом рынке. Работники данных предприятий будут оперативно собираться в высокоэффективные, сплочённые команды, включающие в себя людей с необходимыми знаниями и навыками, которые способны быстро решать конкретные производственные задачи.

**Основная часть.** На современных производствах роботов используют для выполнения разных технологических процессов, в частности, для повышения эффективности деятельности предприятия. Большое распространение приобрели промышленные роботы в отрасли машиностроения. Она является наиболее роботизированной в мире на данный момент. Это обусловлено стремлением и желанием производств получать более дешёвую, но качественную продукцию и повышать производительность труда.

Применение роботов на машиностроительном производстве позволяет:

- 1) снизить прямые и накладные расходы (на электроэнергию, так как машины не требуют хорошего освещения, и на отопление);
- 2) исключить влияние человеческого фактора на машиностроительном производстве;
- 3) экономить на человеческом труде, заменяя его машинным;
- 4) сократить количество персонала на производстве;
- 5) уменьшить производственную площадь (роботы могут располагаться на стеллажах, стенах, потолке);
- 6) экономить время работы инженеров;
- 7) снизить вероятность травмирования человека (эффективность применения роботов в данной области очевидна — он полностью замещает человека при работе с металлорежущими станками, тем самым снижая вероятность травматизма) [1].

Решение вышеперечисленных, достаточно актуальных, на наш взгляд, задач производства способствует существенным экономическим, конкурентно-преимущественным, социальным и экологическим выгодам.

Развитие робототехники в машиностроительном производстве актуально абсолютно для всех государств, которые являются лидерами в области машиностроения. Сравнительные характеристики представлены на диаграмме (рисунок 1).

Крупнейшими производителями промышленных роботов являются [2]:

- 1) ABB, Швейцария. Подразделение производит электродвигатели, генераторы, приводы, механические трансмиссии, робототехнику, тяговые преобразователи, и преобразователи для ветрогенераторов. ABB является одним из лидеров мирового производства электродвигателей и приводов для различных отраслей промышленности [3];
- 2) Yaskawa, Япония;
- 3) KUKA, Германия; KUKA AG (является международной компанией с оборотом около 3,5 млрд евро; ежедневно около 14 200 сотрудников KUKA работают над сохранением статуса компании как одного из ведущих поставщиков интеллектуальных решений в области робототехники и технологий автоматизации в головном офисе в Аугсбурге и во всем мире);
- 4) Fanuc, Япония;
- 5) Kawasaki, Япония.

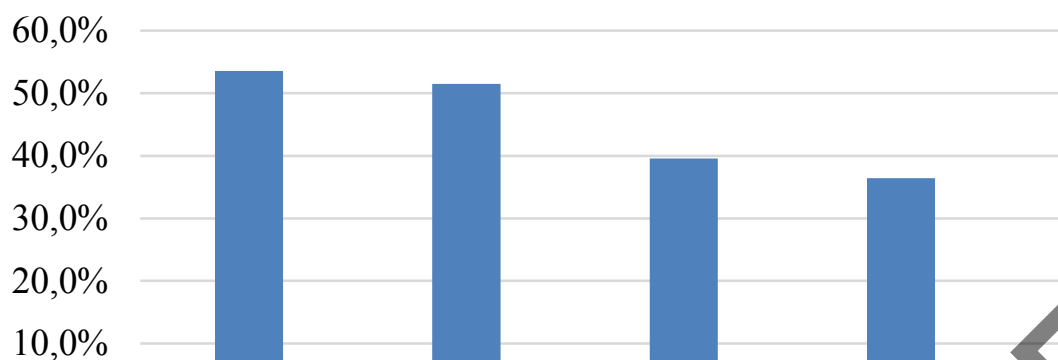


Рисунок 1 — Процентное соотношение машиностроительного производства в общем производстве развитых стран

На данный момент Республика Беларусь имеет перспективы в развитии робототехники. Таким образом, государство сможет в первую очередь существенно сэкономить: финансовые средства на персонале предприятий, сократить время производства продукции, снизить риски травматизма персонала на производстве (согласно статистике, в 2017 г. на производстве погибло 115 человек), повысить точность и качество выпускаемой продукции, сократить финансовые расходы на отопление и освещение производства (температурный режим среды работы роботов значительно ниже температурного режима, необходимого для работы людей по нормам САНПИН). Более того, при должных инвестициях в сферу робототехники государство в будущем может существенно сэкономить и на создании самих роботов, так как «роботы способны создавать роботов».

Рынок робототехники подразделяется на сегменты промышленной и сервисной робототехники. Согласно статистическим исследованиям в 2016 г. было продано 229 тыс. робототехнических комплексов для использования, в промышленности, 70 % мировых продаж пришлось на пять стран: Китай, Японию, США, Республику Корею и Германию. Наибольшие продажи промышленных роботов наблюдаются в областях автомобилестроения (98 тыс. шт.) и в производстве электроники (48,4 тыс. шт.), статистические данные представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Продажи сервисных роботов по областям применения на основе данных World Robotics [4]

Область применения	Продажи в год, шт.	Рост продаж, %	Общая стоимость, млн дол. США
Специального военного назначения	11 000	27	1,023
Для работ вне помещений	5 700	33	989
Медицина	1 224	-5	1,317
Логистика	2 644	27	261

Аналитики компании Tractica, занимающейся анализом рынка и специализирующейся на взаимодействии человека с технологиями, полагают, что в ближайшие годы новые и подающие надежды неиндустриальные рынки (автономные транспортные средства, персональная и профессиональная сервисная робототехника, беспилотные летательные аппараты) монополизуют традиционные рынки, такие как промышленная робототехника.

Развитие в Республике Беларусь робототехнического направления способствует решению перечня существующих проблем:

- 1) занятость квалифицированных инженерных кадров;
- 2) открытие новых современных производств;
- 3) выпуск качественного машиностроительного оборудования и, следовательно, производство качественной конкурентоспособной разноплановой продукции;
- 4) удешевление изготавливаемой продукции, сокращение времени производства и повышение качества изделий;
- 5) исключение травматизма на производстве.

**Заключение.** В обязательном порядке Республике Беларусь нужны высококвалифицированные инженерные кадры, способные создавать робототехнические комплексы, развивать машиностроительную отрасль в Республике Беларусь в соответствии с требованиями современного мирового рынка. Республике Беларусь необходимо поддерживать и развивать научно-технический уровень роботостроения, создавать собственные роботостроительные предприятия, тем самым поддерживать и развивать экономику государства и выходить на более высокий и качественно новый уровень мирового машиностроительного производства.

#### Список цитируемых источников

1. Официальный сайт робототехники и машиностроения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://intalent.pro/industry/robototekhnika-i-mashinostroenie.html>. — Дата доступа: 07.04.2019.
2. Официальный сайт, посвященный профориентации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://atlas100.ru/catalog/robototekhnika-i-mashinostroenie>. — Дата доступа: 05.04.2019.
3. Официальный сайт компании ABB [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ek24.com.ua/info/brands/abb>. — Дата доступа: 07.04.2019.
4. Официальный сайт беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kibertronik.ru/nauchnye-issledovaniya-i-proekty.php>. — Дата доступа: 07.04.2019.

УДК 620.169.1

Н. Н. Черкасов, Д. А. Нестерук, Я. В. Дедович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВОРОТНОГО ОБРАТНОГО КЛАПАНА ПУТЕМ АНАЛИЗА СТАТИЧЕСКИХ И УСТАЛОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

**Введение.** Запорно-регулирующая трубопроводная арматура — механическое устройство для пропускания, перекрытия или регулирования потока жидкости, пара или газа в трубопроводах. Такое устройство представляет собой временное препятствие в трубе. Трубопроводная арматура находит широкое применение в разнообразных технических устройствах и системах с расходом рабочего тела. Например, поворотом крана газовой плиты регулируется расход газа (дроссель), клапан в автомобильной шине позволяет ее накачивать и в то же время не дает воздуху выходить обратно (обратный клапан) [1].

**Основная часть.** В работе проанализирована целесообразность применения поворотного обратного клапана (рисунок 1) путем анализа и расчета его надежности и сравнения с установленными требованиями. Данный клапан входит в состав трубопровода с давлением жидкости от 10 до 20 МПа.

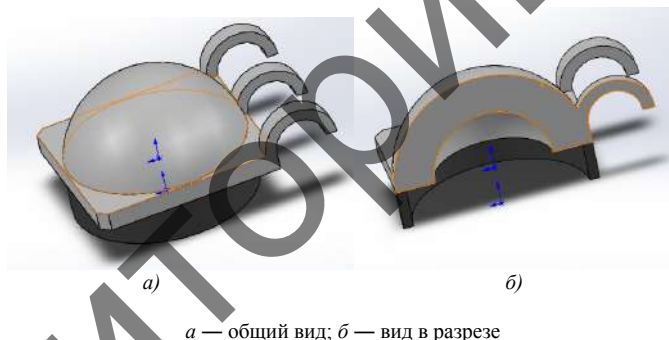


Рисунок 1 — Трехмерный вид исследуемого обратного клапана

При отсутствии потока жидкости под собственным весом затвор находится в положении «закрыто». Под действием потока энергии жидкости затвор открывает проход. Для того чтобы поток жидкости изменил свое направление на противоположное, затвор должен остановиться. В этот момент скорость потока становится нулевой, затвор возвращается в исходное закрытое положение, а давление с обратной стороны прижимает затвор, препятствуя возникновению обратного потока жидкости. Таким образом, срабатывание поворотного обратного клапана происходит под действием самой жидкости и является полностью автоматическим.

Применяемый в исследовании материал для седла затвора — ковкий серый чугун; для затвора — литая легированная сталь, значения свойств которой следующие: модуль упругости — 190 000 МПа; модуль сдвига — 78 000 МПа; предел прочности при растяжении — 448 МПа; предел текучести — 241 МПа.

В расчетах внешнее давление равно 20 МПа, направление прямое, перпендикулярно плоскости затвора. При статическом исследовании детали получены результаты объемных напряжений (рисунок 2), которые в местах сопряжения затвора с седлом не превышают 70 МПа.

Вторым результатом статического исследования является перемещение. Из рисунка 3 видно, что при непосредственном контакте с жидкостью наибольшее перемещение имеет вершина затвора.

Третьим результатом являются деформации. Из рисунка 4 видно, что наибольшую деформацию имеет основание седла.

Для расчета на усталость была применена к материалу деталей кривая усталости  $SN$  аустенитной стали (рисунок 5), а также нагрузка в  $10^6$  циклов и данные, полученные при статическом исследовании.