

Нетреба Вячеслав Тарасович, студент, Балтийский
государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.

Устинова, г. Санкт-Петербург

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИНОВЫХ ИЗДЕЛИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация

В статье рассмотрены основные методы производства резиновых изделий, применяемые в современной промышленности. Проанализированы процессы вулканизации как ключевого этапа формирования эксплуатационных свойств резины, а также технологии прессования, литья под давлением, экструзии, каландрирования и переработки жидких резиновых композиций. Описаны их технологические особенности, преимущества и ограничения. Особое внимание уделено влиянию параметров процесса на качество продукции, а также роли добавок и методов контроля качества. Проведен сравнительный анализ методов, показана необходимость комплексного подхода к выбору технологии в зависимости от требований к изделию и условий производства. Отмечены перспективы развития отрасли, связанные с автоматизацией и внедрением современных материалов и цифровых систем управления.

Annatation

The article examines the main methods of rubber product manufacturing used in modern industry. Vulcanization processes are analyzed as a key stage in forming the performance properties of rubber, along with technologies such as compression molding, injection molding, extrusion,

calendering, and processing of liquid rubber compounds. Their technological features, advantages, and limitations are described. Particular attention is given to the influence of process parameters on product quality, as well as the role of additives and quality control methods. A comparative analysis of the methods is carried out, demonstrating the need for an integrated approach to technology selection depending on product requirements and production conditions. Prospects for industry development related to automation and the introduction of advanced materials and digital control systems are highlighted.

Ключевые слова: резиновые изделия, вулканизация, прессование, литье под давлением, экструзия, каландрирование, переработка эластомеров, резиновые смеси, технологические процессы, полимерные материалы, контроль качества, производство резины

Key words: rubber products, vulcanization, compression molding, injection molding, extrusion, calendering, elastomer processing, rubber compounds, technological processes, polymer materials, quality control, rubber manufacturing

Резиновые изделия занимают важное место в современной промышленности, обеспечивая герметичность, амортизацию, защиту от вибраций и агрессивных сред. Они применяются в машиностроении, нефтегазовой отрасли, строительстве, авиации и медицине. Ключевым фактором, определяющим эксплуатационные свойства изделий, является не только состав резиновой смеси, но и выбранная технология производства.

Основой всех методов переработки резин является процесс вулканизации, представляющий собой химическое сшивание макромолекул каучука с образованием пространственной сетки. Этот

процесс приводит к резкому изменению физико-механических свойств материала: увеличивается прочность, упругость, термостойкость и устойчивость к воздействию окружающей среды. Вулканизация осуществляется при температуре 140–200 °С с использованием серы или пероксидных систем.

Одним из наиболее распространенных методов является прессование. Данный метод заключается в формовании заготовки в закрытой пресс-форме под действием давления и температуры. Резиновая смесь предварительно дозируется и укладывается в форму, после чего осуществляется ее нагрев и сжатие. Давление может достигать 50 МПа, что обеспечивает плотное заполнение формы и минимизацию дефектов. Прессование широко применяется при изготовлении прокладок, манжет и технических деталей сложной формы.

К преимуществам метода прессования относится высокая плотность изделий, простота оборудования и возможность переработки различных типов резиновых смесей. Однако данный метод имеет и недостатки, включая сравнительно низкую производительность и высокую трудоемкость при массовом производстве.

Литье под давлением является более современным и технологически совершенным методом. В этом процессе резиновая смесь в пластичном состоянии подается в форму под высоким давлением через систему каналов. Это позволяет обеспечить равномерное распределение материала и высокую точность геометрии изделия. Метод широко применяется в условиях серийного и массового производства.

Основным преимуществом литья под давлением является высокая степень автоматизации и повторяемости процесса. Однако оборудование для данного метода является более сложным и дорогостоящим, что ограничивает его применение в условиях мелкосерийного производства.

Экструзия представляет собой процесс непрерывного формования изделий путем продавливания резиновой смеси через формующее отверстие — фильеру. Данный метод используется для производства изделий с постоянным поперечным сечением, таких как уплотнительные профили, шланги и кабельные оболочки. После формования изделие направляется в вулканизационную линию.

Преимуществами экструзии являются высокая производительность, непрерывность процесса и возможность автоматизации. Недостатком является ограничение по форме изделий, а также необходимость точного контроля параметров процесса.

Каландрирование применяется для получения листовых и рулонных материалов. Процесс осуществляется путем прокатки резиновой смеси между вращающимися валками. Регулируя зазор между валками, можно получать материал заданной толщины. Каландрирование широко используется при производстве резинотканевых материалов и покрытий.

Современные технологии также включают методы переработки жидких резиновых композиций. Одним из таких методов является выдавливание жидкого материала, при котором композиция наносится на поверхность или в форму с высокой точностью. Данный метод активно применяется при производстве герметиков и прокладок сложной конфигурации.

Особое значение имеет выбор технологических параметров процесса, таких как температура, давление и время вулканизации. Неправильный выбор параметров может привести к образованию дефектов, включая пористость, недовулканизацию или перегрев материала.

Для повышения качества изделий используются различные добавки, включая наполнители, пластификаторы и стабилизаторы. Наполнители, такие как технический углерод, повышают прочность и износостойкость изделий. Пластификаторы улучшают перерабатываемость смеси, а стабилизаторы защищают материал от старения.

Важным аспектом является контроль качества на всех этапах производства. Применяются методы неразрушающего контроля, механические испытания и визуальный осмотр. Контроль позволяет выявлять дефекты и предотвращать выпуск некачественной продукции.

Сравнительный анализ методов производства показывает, что универсального решения не существует. Каждый метод имеет свои преимущества и ограничения, и выбор технологии должен осуществляться с учетом требований к изделию, его геометрии, объема производства и экономических факторов.

Комплексное использование различных методов позволяет повысить эффективность производства, снизить себестоимость и улучшить качество продукции. В современных условиях особое значение приобретает автоматизация процессов и внедрение цифровых технологий управления производством.

Таким образом, развитие методов производства резиновых изделий направлено на повышение точности, производительности и

надежности продукции. Перспективными направлениями являются использование новых материалов, совершенствование оборудования и внедрение интеллектуальных систем управления.

Литература

1. Каучук и резина: технологии, оборудование, материалы / под ред. В. Н. Кулезнева. — М.: Химия, 2018. — 512 с.
2. Лебедев, В. И. Технология переработки эластомеров. — СПб.: Профессия, 2019. — 384 с.
3. Бартенев, Г. М., Зеленов, Ю. В. Физика и механика полимеров. — М.: Высшая школа, 2017. — 416 с.
4. Кулезнев, В. Н., Шершнеv, В. А. Химия и технология переработки эластомеров. — М.: КолосС, 2016. — 368 с.
5. Brydson, J. A. Rubber Materials and Their Compounds. — Oxford: Elsevier, 2015. — 576 p.

Literature

1. Rubber and Elastomers: Technologies, Equipment, Materials / ed. by V. N. Kuleznev. — Moscow: Khimiya, 2018. — 512 p.
2. Lebedev, V. I. Technology of Elastomer Processing. — Saint Petersburg: Professiya, 2019. — 384 p.
3. Bartenev, G. M., Zelenev, Yu. V. Physics and Mechanics of Polymers. — Moscow: Vysshaya Shkola, 2017. — 416 p.
4. Kuleznev, V. N., Shershnev, V. A. Chemistry and Technology of Elastomer Processing. — Moscow: KolosS, 2016. — 368 p.
5. Brydson, J. A. Rubber Materials and Their Compounds. — Oxford: Elsevier, 2015. — 576 p.