

УДК 621.521

ВОДОКОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНЫХ НАСОС В ПРОИЗВОДСТВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Моххамед Али Сами Махмуд

аспирант

mr.mohammedali1993@gmail.com

Юрий Викторович Родионов

доктор технических наук, профессор

rodionow.u.w@rambler.ru

Дмитрий Вячеславович Никитин

кандидат технических наук, доцент

vacuum2008@yandex.ru

Тамбовский государственный технический университет

г. Тамбов, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ применения водокольцевых вакуумных насосов (ВВН) в процессах производства растительных масел. Рассмотрены этапы производства, использующие вакуумные технологии, такие как экстракция, рафинация, дезодорация и винтеризация. Подчеркнуты преимущества ВВН, включая надежность, простоту конструкции и способность работать с влажными и загрязненными средами. Проанализированы недостатки ВВН, такие как относительно низкая эффективность и потребность в охлаждающей воде. Обозначены перспективы дальнейших исследований и разработок, направленных на оптимизацию работы ВВН и повышение энергоэффективности вакуумных технологий в производстве растительных масел.

Ключевые слова: водокольцевой вакуумный насос, ВВН, растительное масло, производство, вакуум, экстракция, рафинация, дезодорация, винтеризация, энергоэффективность.

Производство растительных масел является одной из ключевых отраслей пищевой промышленности, обеспечивающей население важными компонентами питания. Современные технологии экстракции и рафинации растительных масел все чаще используют вакуумные процессы для повышения эффективности, снижения температуры обработки и улучшения качества конечного продукта. Вакуумирование позволяет снизить потери летучих ароматических веществ, избежать окисления масла и облегчить удаление растворителей. Среди различных типов вакуумных насосов, применяемых в данной отрасли, водокольцевые вакуумные насосы (ВВН) выделяются своей надежностью, простотой конструкции и способностью работать с влажными и загрязненными средами, что особенно актуально для производств с высокой влажностью и наличием остаточных растворителей.

Цель статьи является проанализировать применение и эффективность водокольцевых вакуумных насосов в процессах производства растительных масел на основе анализа существующих научных публикаций.

Исследование проведено на основе анализа и систематизации информации, представленной в научных статьях, посвященных применению вакуумной техники в пищевой промышленности, в частности, в производстве растительных масел.

Вакуумные технологии широко используются в различных этапах производства растительных масел, включая экстракцию, рафинацию, дезодорацию и винтеризацию. На этапе экстракции вакуум создается для облегчения удаления растворителя (обычно гексана) из экстрагированного масла и шрота. В процессах рафинации вакуум применяется для удаления свободных жирных кислот, фосфатидов и других нежелательных примесей. Дезодорация, процесс удаления летучих ароматических веществ, также проходит под вакуумом для снижения температуры обработки и сохранения полезных свойств масла. Винтеризация, процесс удаления восков для

улучшения прозрачности масла при низких температурах, также может быть ускорен применением вакуума [1-3].

Водокольцевые вакуумные насосы зарекомендовали себя как эффективное решение для создания и поддержания вакуума в этих процессах. ВВН отличаются простотой конструкции, надежностью и неприхотливостью в эксплуатации. Они способны работать с влажным воздухом, содержащим пары растворителей и другие загрязнения, что является важным фактором для многих маслоэкстракционных производств. Принцип работы ВВН основан на создании вакуума за счет вращения эксцентрично расположенного рабочего колеса в корпусе, частично заполненном жидкостью (обычно водой). В процессе вращения вода образует кольцо, которое, благодаря центробежным силам, перемещается относительно рабочего колеса, создавая переменный объем между лопатками колеса и стенками корпуса. Этот переменный объем используется для забора, сжатия и выталкивания газа.

Преимуществами ВВН являются их способность выдерживать кавитацию, относительно низкая стоимость обслуживания и ремонта, а также возможность утилизации тепла, выделяющегося в процессе работы насоса. Однако, следует учитывать, что ВВН имеют относительно низкую эффективность по сравнению с другими типами вакуумных насосов, особенно при высоких уровнях вакуума. Кроме того, для их работы требуется постоянная подача охлаждающей воды, что может создавать дополнительные затраты и экологические проблемы. В последние годы проводятся исследования по оптимизации работы ВВН, направленные на повышение их эффективности и снижение потребления воды. Разрабатываются новые конструкции рабочих колес и корпусов, а также применяются системы рециркуляции и охлаждения воды.

В процессе экстракции растительного масла органическими растворителями (например, гексаном) ВВН играют ключевую роль в удалении паров растворителя из экстрагированного масла и шрота. Интеграция ВВН на

этом этапе предполагает подключение насоса к вакуум-аппаратам, в которых происходит отгонка растворителя. Давление, создаваемое ВВН, снижает температуру кипения растворителя, что позволяет проводить процесс экстракции при более низких температурах, минимизируя термическое повреждение масла и потери ценных компонентов. Важным аспектом является организация конденсации паров растворителя перед их поступлением в ВВН для уменьшения нагрузки на насос и предотвращения загрязнения рабочей жидкости (воды).

На этапе рафинации растительного масла, который включает в себя нейтрализацию, отбеливание и дезодорацию, вакуум используется для удаления нежелательных примесей и запахов. В процессе нейтрализации ВВН может использоваться для удаления паров воды и летучих органических кислот, образующихся при взаимодействии масла со щелочью. Интеграция ВВН на этом этапе требует учета химической стойкости материалов насоса к щелочным средам. В процессе отбеливания ВВН может использоваться для удаления паров воды и адсорбированных веществ, которые удаляются с поверхности масла отбеливающими адсорбентами (например, активированным углем или глиной). На этапе дезодорации, который является наиболее вакуумным процессом в рафинации, ВВН используется для удаления летучих ароматических веществ, альдегидов, кетонов и других компонентов, ответственных за неприятный запах и вкус масла. Вакуум дезодорации снижает температуру обработки, предотвращая окисление и полимеризацию масла, сохраняя его качество и полезные свойства. Подключение ВВН к дезодоратору должно быть обеспечено эффективной системой конденсации паров, чтобы предотвратить загрязнение рабочей жидкости насоса и обеспечить стабильную работу вакуумной системы.

Процесс винтеризации направлен на удаление восков и других высокоплавких компонентов из растительного масла для улучшения его прозрачности при низких температурах. ВВН может быть использован для

интенсификации процесса фильтрации масла после его охлаждения и кристаллизации восков. Создание вакуума на фильтре увеличивает скорость фильтрации и улучшает отделение восков от масла. Для эффективной интеграции ВВН на этом этапе необходимо обеспечить предварительную очистку масла от крупных частиц воска, чтобы предотвратить засорение насоса

Запишем общие рекомендации по интеграции ВВН в технологические процесса получения растительных масел:

1. Выбор материала: необходимо учитывать химическую стойкость материалов насоса к компонентам, присутствующим в технологической среде (растворители, щелочи, кислоты).

2. Система конденсации: обязательное наличие эффективной системы конденсации паров перед поступлением в насос для снижения нагрузки на насос и предотвращения загрязнения рабочей жидкости.

3. Рециркуляция воды: рассмотрение возможности использования системы рециркуляции воды для снижения потребления воды и уменьшения экологического воздействия.

4. Мониторинг и управление: внедрение системы мониторинга и управления параметрами работы насоса (давление, температура, расход воды) для обеспечения стабильной и эффективной работы вакуумной системы.

Водокольцевые вакуумные насосы продолжают оставаться востребованным решением для создания вакуума в различных процессах производства растительных масел, благодаря своей надежности и способности работать в сложных условиях. Однако, для повышения конкурентоспособности и снижения негативного воздействия на окружающую среду, необходимы дальнейшие исследования и разработки, направленные на оптимизацию работы ВВН и повышение их энергоэффективности. Перспективными направлениями являются разработка новых конструкций ВВН, применение систем рециркуляции воды и утилизации тепла, а также исследование возможности использования альтернативных рабочих жидкостей. Дальнейшее развитие

вакуумных технологий в производстве растительных масел позволит повысить качество продукции, снизить энергозатраты и минимизировать воздействие на окружающую среду.

Список литературы:

1. Султанов Ю. М., Саидов А. Ф. Разработка технологии очистки растительных масел от ненасыщенных жирных кислот // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: Сборник материалов v всероссийской научно-практической конференции, Махачкала, 27 октября 2015 года - 28 октября 2016 года. Махачкала: АЛЕФ. 2015. С. 182-185.

2. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / Р. О'Брайен; пер. с англ. 2-го изд. В.Д. Широкова, Д. А. Бабейкиной, Н. С. Селивановой, Н. В. Магды. СПб.: Профессия. 2007. 752 с.

3. Климова Е. В. Действие вакуумного режима на процесс пропитывания растительным маслом картофеля при охлаждении после обжаривания. (Испания) // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. 2011. № 2.

UDC 621.521

LIQUID RING VACUUM PUMP IN VEGETABLE OIL PRODUCTION

Mohamed Ali Sami Mahmud

postgraduate

mr.mohammedali1993@gmail.com

Yuri V. Rodionov

doctor of engineering sciences, professor

rodionow.u.w@rambler.ru

Dmitry V. Nikitin

candidate of engineering sciences, associate professor

vacuum2008@yandex.ru

Tambov State Technical University

Tambov, Russia

Abstract. The article presents an analysis of the use of liquid ring vacuum pumps (LRVP) in vegetable oil production processes. The stages of production using vacuum technologies, such as extraction, refining, deodorization and winterization, are considered. The advantages of the VVN are highlighted, including reliability, simplicity of design and the ability to work with wet and contaminated environments. The disadvantages of the VVN, such as relatively low efficiency and the need for cooling water, are analyzed. Prospects for further research and development aimed at optimizing the operation of the VVN and increasing the energy efficiency of vacuum technologies in the production of vegetable oils are outlined.

Key words: liquid ring vacuum pump, VVN, vegetable oil, production, vacuum, extraction, refining, deodorization, winterization, energy efficiency.

Статья поступила в редакцию 20.03.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.