

**ГЕНЕРАТОР ЖИДКОГО АЗОТА НА БАЗЕ
КАСКАДНОГО ЦИКЛА ВНЕШНЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ**

Баранов М. В. (ИТМО)

**Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Баранов А. Ю.
(ИТМО)**

Введение. В современном быстроразвивающемся мире огромное значение приобретает своевременное обеспечение различных производств ресурсо – сырьевой базой. Одной из наиболее проблемных сфер обеспечения является индустрия производства продуктов разделение воздуха. Плоды работы данной сферы применяются в широком диапазоне промышленности. Наиболее важными из них являются:

- Медицина;
- Пищевая промышленность;
- Космическая индустрия.

В Российской Федерации на данный момент прослеживается тенденция к ухудшению доступа потребителей к продукции воздуходелительной промышленности. После развала Советского союза большинство предприятий этой отрасли были либо ликвидированы, либо перешли под внешнее (иностранное управление). Характерным и наиболее территориально близким примером является история завода ЛЕНТЕХГАЗ, который был юридически ликвидирован 21.08.2023 [1]. Компания Air Liquid получила контрольный пакет акций этого предприятия в 2012 году [2]. С этого момента началось планомерная ликвидация предприятия. Таким образом мы, как возможные потребители продукта производства данного предприятия, начали тратить большие денежные ресурсы на приобретение криопродуктов.

В Санкт-Петербурге цена на жидкий азот держится в районе 30 рублей за 1 литр, благодаря развитой структуре мелкооптовых поставок, которые выполняют компании посредники. В других регионах ситуация складывается еще плачевнее, поэтому резиденты этих регионов лишены возможности использовать технологии, которые основанных на потреблении продуктов разделения воздуха ввиду отсутствия на их территории соответствующих производств.

Необходимо восстановить производство продуктов воздуходеления в России, это можно сделать только с привлечением частного капитала.

Основная часть. В рамках проведенного исследования было выполнено комплексное анализирование влияния различных систем внешнего охлаждения на цикл получения жидкого азота. Для моделирования процессов сжижения воздуха использовалась специализированная программная платформа ASPEN Hysys, которая позволила детально изучить взаимосвязь между параметрами цикла и характеристиками охлаждающих систем. Основной целью исследования являлось определение оптимальных условий работы установки, обеспечивающих возможность полной автоматизации процесса производства жидкого азота без ущерба для его эффективности.

При моделировании особое внимание уделялось поддержанию давления в системе на уровне не выше 1 МПа, что является критически важным условием для обеспечения безопасной эксплуатации оборудования и снижения рисков аварийных ситуаций. Это требование также способствует минимизации энергетических затрат, так как высокие значения давления приводят к значительному увеличению потребляемой мощности компрессорного оборудования.

На втором этапе исследования была проведена сравнительная оценка экологической совместимости и энергоэффективности различных вариантов циклов внешнего охлаждения, включая использование различных хладагентов. Было установлено, что выбор конкретного типа хладагента существенно влияет как на тепловые потери в системе, так и на общий уровень выбросов парниковых газов. Особую значимость приобретает применение современных экологически безопасных хладагентов, которые позволяют свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду, сохраняя при этом высокий КПД системы охлаждения.

Результаты исследования демонстрируют, что оптимизация параметров системы внешнего охлаждения позволяет не только повысить экономическую эффективность процесса получения жидкого азота, но и значительно снизить его экологический след. Данные выводы имеют практическое значение для проектирования новых криогенных установок и модернизации существующих производственных мощностей.

Выводы. Проанализировано влияние температуры прямого потока и состав хладагентов на параметры цикла получения жидкого азота.

Список использованных источников:

1. Сайт www.rusprofile.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.rusprofile.ru/id/3464560> — Заглавие с экрана — АО ЛЕНТЕХГАЗ.

2. Сайт neftegaz.ru [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://neftegaz.ru/news/companies/260587-frantsuzskaya-air-liquide-kupila-lentekhgaz/> — Заглавие с экрана — Французская Air Liquide купила Лентехгаз.

3. Сайт studfile.net [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9260975/> — Заглавие с экрана — ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ИСПЫТАНИЕ УСТАНОВКИ РАЗДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХА АЖК-0,02М