

УДК 661.531 (56)

¹Г.К. Лавренченко, доктор техн. наук; ²А.В. Копытин, канд. техн. наук; ³Л.В. Тимошевская, аспирантка

ООО «Институт низкотемпературных энерготехнологий», а/я 188, г. Одесса, Украина, 65026

e-mail: ¹lavrenchenko.g.k@mail.ru; ²av-kopytin@yandex.ru; ³liubovtimoshevska@gmail.com

ORCID: ¹http://orcid.org/0000-0002-8239-7587; ²http://orcid.org/0000-0003-3514-0989;

³http://orcid.org/0000-0002-1896-4890

ВЛИЯНИЕ НЕКОНДЕНСИРУЮЩИХСЯ ГАЗОВ НА РАБОТУ КРУПНОТОННАЖНОЙ АММИАЧНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Эффективность работы аммиачной холодильной установки (АХУ) зависит от многих факторов. Изменения некоторых из них приводят к термогидравлическим колебаниям, возникающим внутри системы. Причины их появления обусловлены изменениями температуры окружающей среды, показателей работы компрессора и конденсатора. Всё это приводит к росту давления в конденсаторе и, как следствие, перерасходу энергии, которое воспринимается как наличие неконденсирующихся газов (НКГ) в системе. Из-за этого необоснованно производится более частое открытие клапанов сброса НКГ, что приводит к существенным потерям аммиака. Сформулированы основные причины изменения рабочих параметров холодильной установки, указывающие на наличие НКГ или на начало термогидравлических колебаний в системе. Для снижения указанных колебаний и потерь аммиака разработан и обоснован новый алгоритм работы клапанов сдувки НКГ на факел, позволяющий снизить частоту колебательных явлений и потери аммиака в 10 раз.

Ключевые слова: Аммиак. Аммиачная холодильная установка. Воздушный конденсатор. Резервуар высокого давления. Алгоритм. Вентилятор воздушного охлаждения. Клапан. Неконденсирующиеся газы. Концентрация. Потери аммиака.

1. ВВЕДЕНИЕ

Данная статья продолжает исследования авторов [1–5], направленные на решение научно-прикладной задачи, цель которой состоит в поиске способов стабилизации работы крупнотоннажной аммиачной холодильной установки (АХУ) комплекса перегрузки аммиака.

Комплекс предназначен для приёма жидкого аммиака из аммиакопровода «Тольятти-Одесса» (протяжённость почти 2500 км) и железнодорожных цистерн в количестве до 515 т/ч с последующей его погрузкой на суда-газовозы. Принимаемый аммиак за счёт двукратного дросселирования охлаждается от температуры окружающей среды до температуры $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ и направляется на хранение в четыре резервуара, работающие под небольшим избыточным давлением.

Пары аммиака, образующиеся при дросселировании и из-за теплопритоков к изотермическим хранилищам, непрерывно подаются на реконденсацию в низкотемпературную аммиачную холодильную установку. В АХУ поступают также пары аммиака, возникающие при охлаждении судовых танков, а также вытесняемые подаваемым в танки жидким аммиаком. Часто в этих парах аммиака содержатся газовые примеси, которые являются неконденсируемыми газами (НКГ). Из железнодорожных цистерн аммиак слива-

ется путём его выдавливания с помощью аммиака высокого давления, который подаётся в цистерны после третьей ступени сжатия компрессора АХУ. После завершения слива аммиака производится снижение давления в железнодорожных цистернах путём сброса излишков паров аммиака из них во всасывающий коллектор второй ступени компрессора. При этом возможно поступление значительного количества НКГ в систему АХУ. НКГ представляет собой атмосферный воздух, попадающий в гибкие шланги, подсоединяемые к цистернам для слива аммиака, или находящийся в незаполненной части объёма цистерн. Принципиальная схема и внешний вид одной группы конденсаторов АХУ показаны на рис. 1.

Давление в конденсаторе поддерживается на необходимом уровне путём включения/отключения вентиляторов воздушного охлаждения. Воздействие любых внешних и внутренних факторов, способных повлиять на давление в конденсаторе (температура окружающей среды, выпадение осадков, снижение холодопроизводительности установки и др.), компенсируется изменением количества работающих вентиляторов.

Во время работы комплекса перегрузки аммиака в системе АХУ могут накапливаться инерты — неконденсирующиеся газы, основной компонент которых — воздух. Независимо от того, в какой части установ-