

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

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

³http://orcid.org/0000-0002-1896-4890

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОГИДРАВЛИЧЕСКИХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КРУПНОТОННАЖНОЙ АММИАЧНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С ВОЗДУШНЫМ КОНДЕНСАТОРОМ

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. Исследованы причины возникновения и саморазрушения термогидравлических колебаний на примере крупнотоннажной АХУ. Для снижения указанных колебаний разработаны и обоснованы новые алгоритмы и режимы работы вентиляторов воздушного охлаждения, позволяющие снизить амплитуду колебаний давления в воздушном конденсаторе на 30 кПа (0,3 бара).

Ключевые слова: Аммиак. Аммиачная холодильная установка. Термогидравлические колебания. Компрессор. Воздушный конденсатор. Ресивер высокого давления. Алгоритм. Вентилятор воздушного охлаждения. Клапан. Гидравлические сопротивления. Неконденсирующиеся газы. Концентрация. Перерасход энергии. Потери аммиака.

1. ВВЕДЕНИЕ

Данная статья продолжает исследования авторов [1–4], 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 °С и направляется на хранение в четыре резервуара, работающих 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 при-

меси, которые являются неконденсирующимися газами (НКГ). Из железнодорожных цистерн аммиак сливается 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 представляют 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.