



Омский Государственный ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТЕМА: ИСЛЕДОВАНИЕ
ХАРАКТЕРИСТИК АММИАЧНОЙ
ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ С
КОНТУРОМ БЕЗ
КОМПРИМІРОВАНИЯ
ХЛАДОГЕНТА

ВЫПОЛНИЛ: МАГИСТР ГР. ХМ-201

БЕККЕР ВЛАДИМИР ВЛАДИМИРОВИЧ

РУКОВОДИТЕЛЬ: МАКСИМЕНКО В.А. ДОЦЕНТ,
К.Т.Н.

СОАВТОР: СУВОРОВ А.П. НАЧАЛЬНИК
ХОЛОДИЛЬНОГО ЦЕХА Е-8-ДП-16-102

Цели и задачи

- ▶ Провести обзорный анализ схем с естественной циркуляцией хладагента;
- ▶ Определить избыток холодопроизводительности и установить зависимость изменения холодопроизводительности, массового расхода воздуха и высоты возвышения столба жидкости от температуры окружающей среды;
- ▶ Получить экспериментальные характеристики работы промышленной холодильной установки с возможностью перехода на режим без компрессирования хладагента;
- ▶ Определить степень актуальности внедрения аккумулятора холода в установки промышленного масштаба.

Объект исследования:

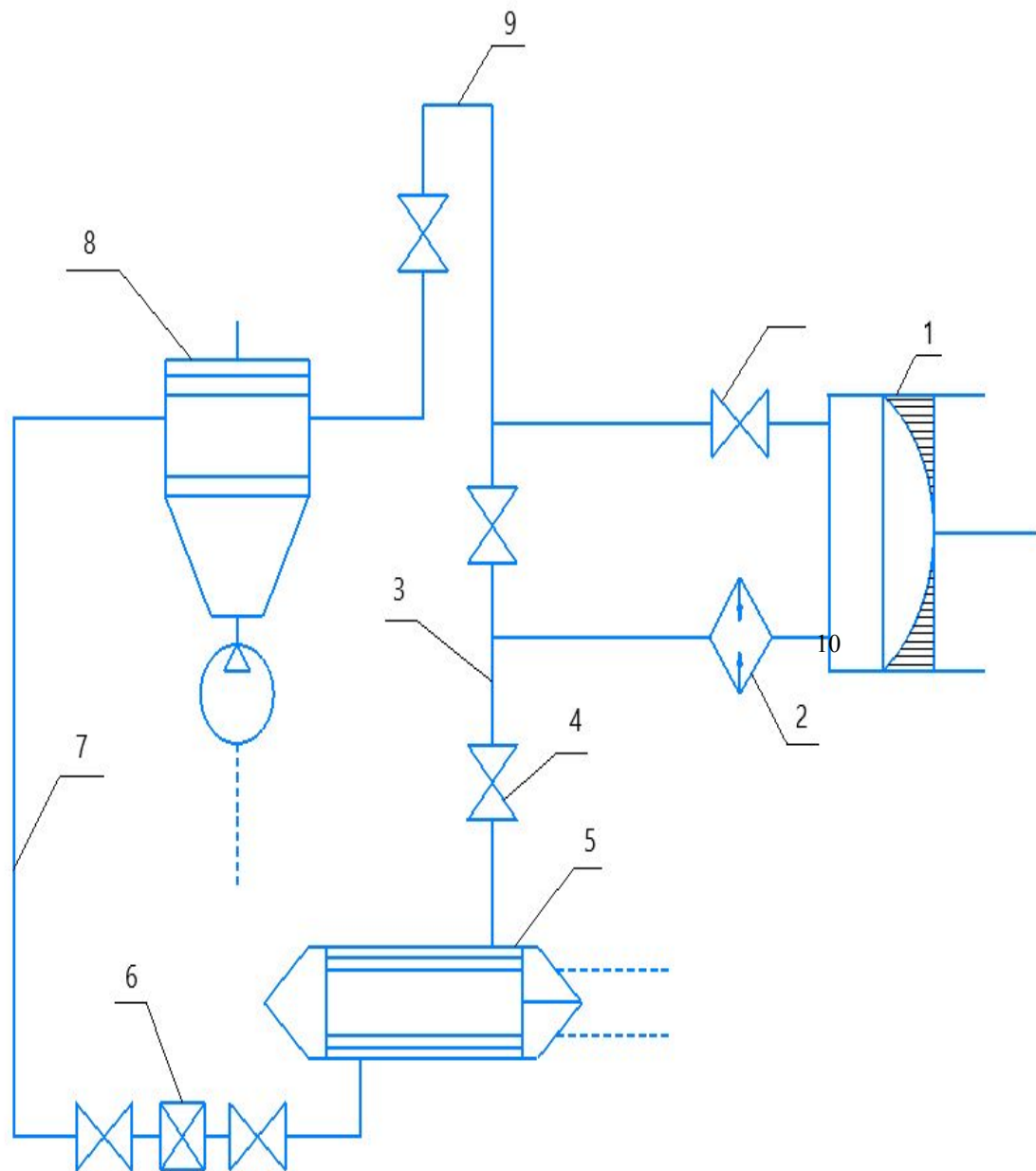
- ▶ Холодильное отделение 102 АО «Омский каучук».

Актуальность

В результате анализа существующих холодильных установок с естественной циркуляцией хладагента опубликованных в открытой печати установлено, что ни в одной работе не описан опыт работы с холодильной установкой, производственных масштабов, использующих режим естественной циркуляции хладагента

На базе вариантных расчетов и экспериментальных данных проведен анализ эксплуатационных характеристик схемы аммиачной холодильной установки с элементами использования естественного холода.

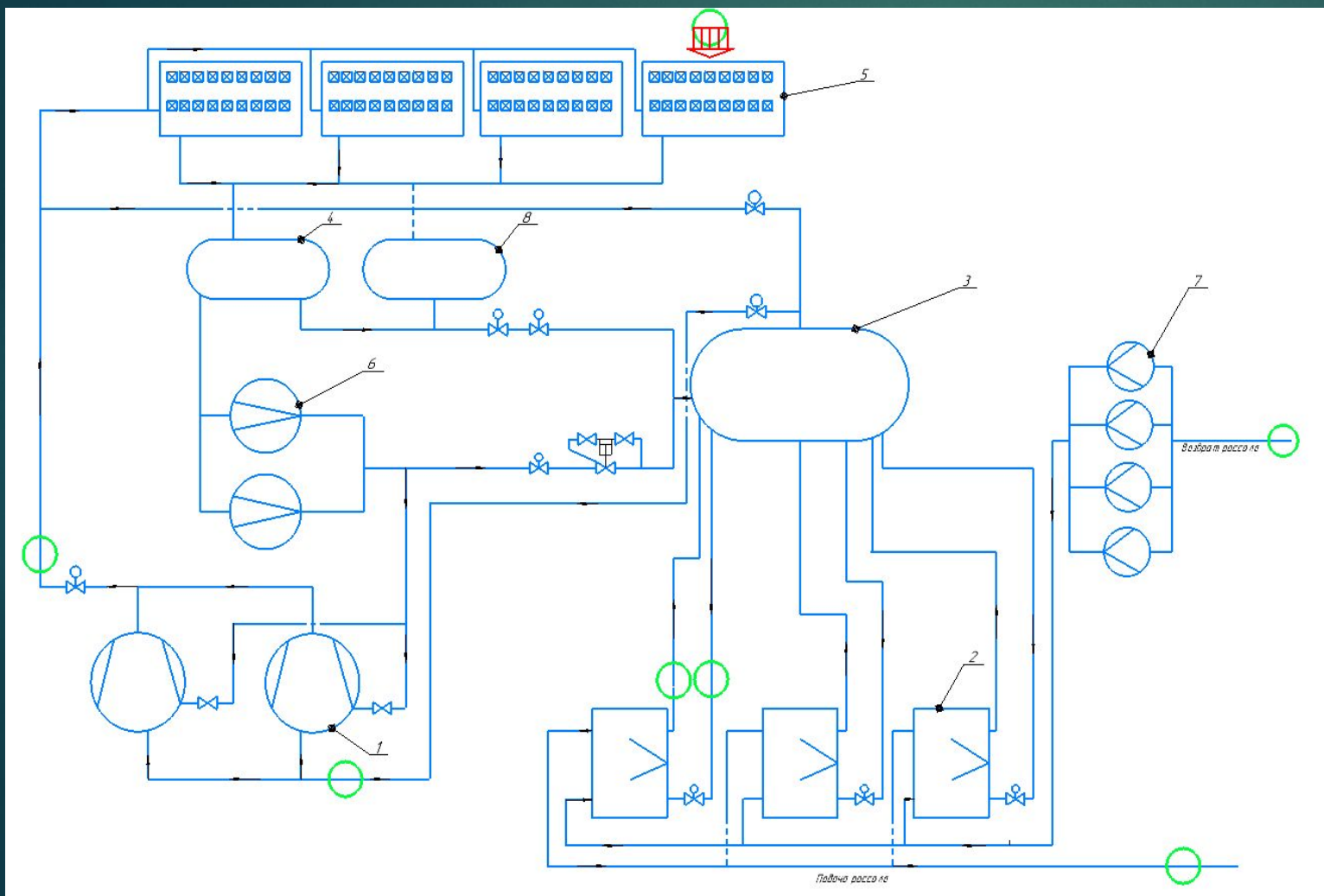
Полученные результаты демонстрируют увеличение эффективности выработки холода, а также актуальность внедрения подобных схем в нефтехимической промышленности.



Еще в 1972 году Несвицкий А.А. опубликовал работу на тему «способ работы одноступенчатой компрессионной холодильной установки» А.С. № 342026, 1972г. Будучи начальником цеха предложил реконструировать его на работу в режиме естественной циркуляции хладагента за счет естественного холода окружающей среды, в силу благоприятных погодных условий Омской области. Но идея так и не была реализована в полной мере, в конечном итоге было решено установить аппараты воздушного охлаждения на предварительное охлаждение хладагента, что тоже весьма положительно сказалось на общей работе отделения. принципиальную схему установки с режимом естественной циркуляции хладагента можно увидеть на рисунке ниже.

1 – Компрессор; 2 – фильтр; 3 – трубопровод всасывания; 4 – задвижка запорная; 5 – испаритель; 6-вентиль регулирующий; 7 – трубопровод жидкостной; 8- конденсатор воздушного охлаждения; 9 – трубопровод нагнетательный; 10- клапан обратный.

Принципиальная схема холодильной установки с возможностью перехода на выработку холода без компримирования хладагента отд. АО «Омский каучук».



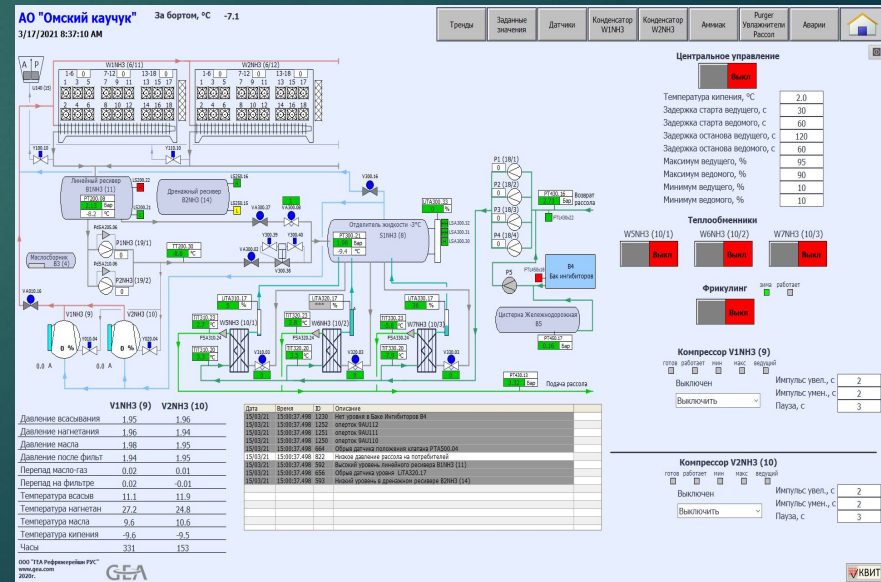
1 – компрессор; 2 – испаритель пластинчатый; 3 – отделитель жидкости; 4 – линейный ресивер; 5 – Конденсатор воздушного охлаждения; 6 – аммиачные насосы; 7 – рассольные центробежные насосы; 8 – дренажный ресивер.

Отслеживание параметров ведется электронными датчиками и ведется регистрация таких данных как:

- ▶ Температура/давление входа и выхода рассола на испарители и на общий коллектор на/от потребителя
- ▶ Температура/давление входа и выхода аммиака в ОЖ
- ▶ Температура наружного воздуха
- ▶ Температура/давление конденсации
- ▶ Загруженность в % вентиляторов на конденсаторах воздушного охлаждения

Методика снятия, систематизирования и анализа показаний.

Первым этапом было определение необходимых для магистерской работы характеристик, после чего начался этап получения этих характеристик путем ежедневных замеров с помощью позиционно предусмотренных датчиков на установке и взятых с кафедры мобильных устройств замеров. Так же были взяты данные с журналов операторов ХУ и архивов цеха так как они снимались раз в час и способствовали более точной систематизации и анализу поведения холодильной установки. В конечном итоге данные были использованы в расчетах и построении графиков.

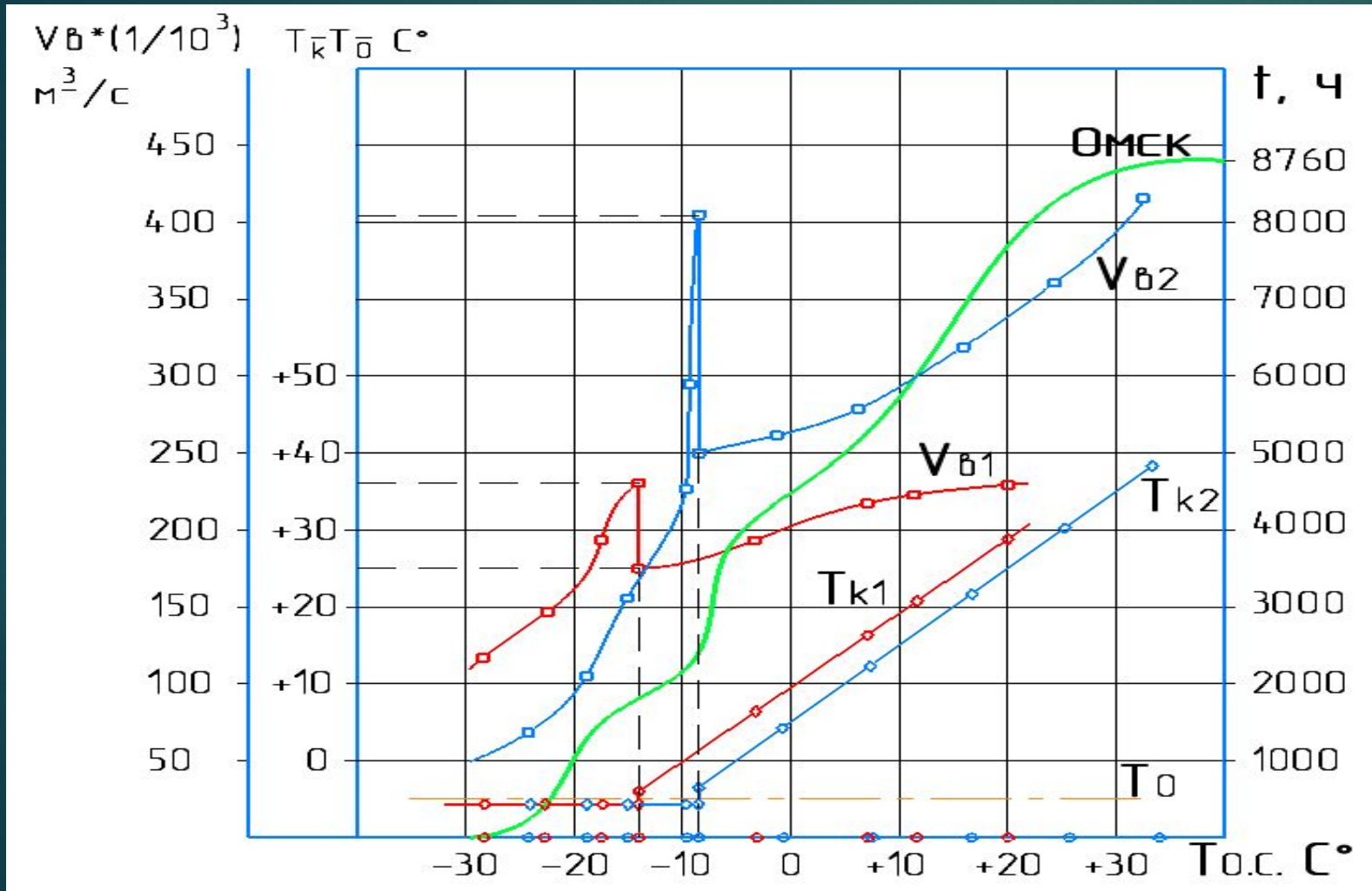


Характеристики компрессорного агрегата от температуры наружного воздуха



	Потребление электроэнергии, кВт/ч	Затраты на электричество, рубль/ч
+30	416	1052.5
+29	395,2	999.8
+27	374,4	947.2
+26	353,6	894.6
+25	332,8	841.9
+24	312	789.4
+21	291,2	736.7
+17	270,4	684.1
+15	249,6	631.4
+12	228,8	578.8
+9	208	526.2
+5	187,2	473.6
+3	166,4	420.9
+1	145,6	368.4
-2	124,8	315.7
-4	104	263.1
-6	62,4	157.8
-7	41,6	105.2

Некоторые характеристики холодильной установки исполнительной схемы без компримирования хладагента. График приведен для 3.1 МВт



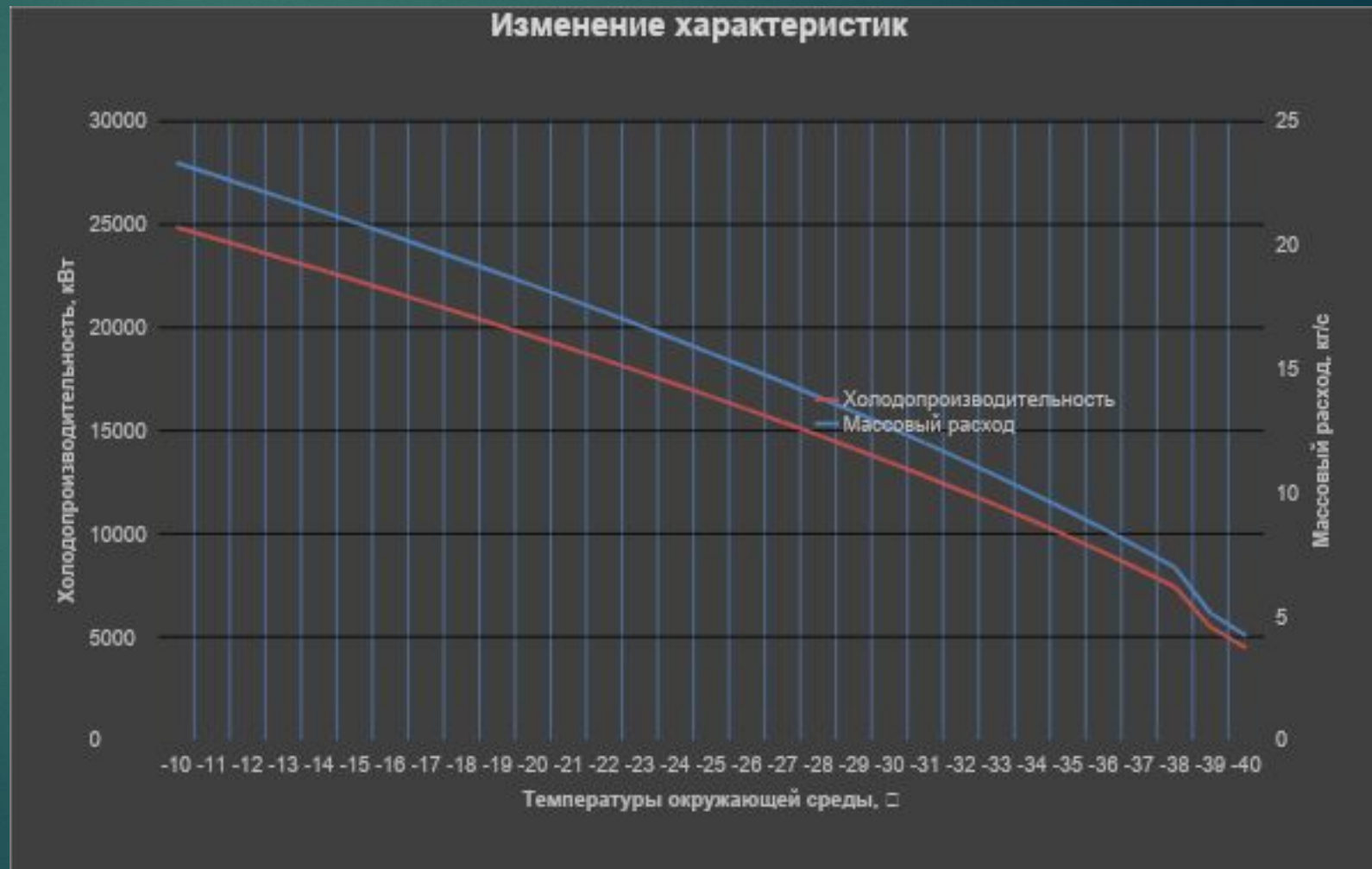
V_{b1}, V_{b2} - массовый расход воздуха.
 T_{k1}, T_{k2} - температуры конденсации.
 T_0 - температура кипения.
 Синими линиями показан период работы установки с площадью теплообмена равной $F=24960\text{м}^2$
 Красными линиями показан период работы установки с площадью теплообмена равной $F=12480\text{м}^2$
 Зеленая линия показывает изменение температуры окружающей среды в городе Омск за 1 год

- , □ - точки экспериментально замеренного расхода воздуха.
- , ○ - точки экспериментально замеренной температуры конденсации.
- ◇, ◇ - точки экспериментально замеренной температуры наружного воздуха.

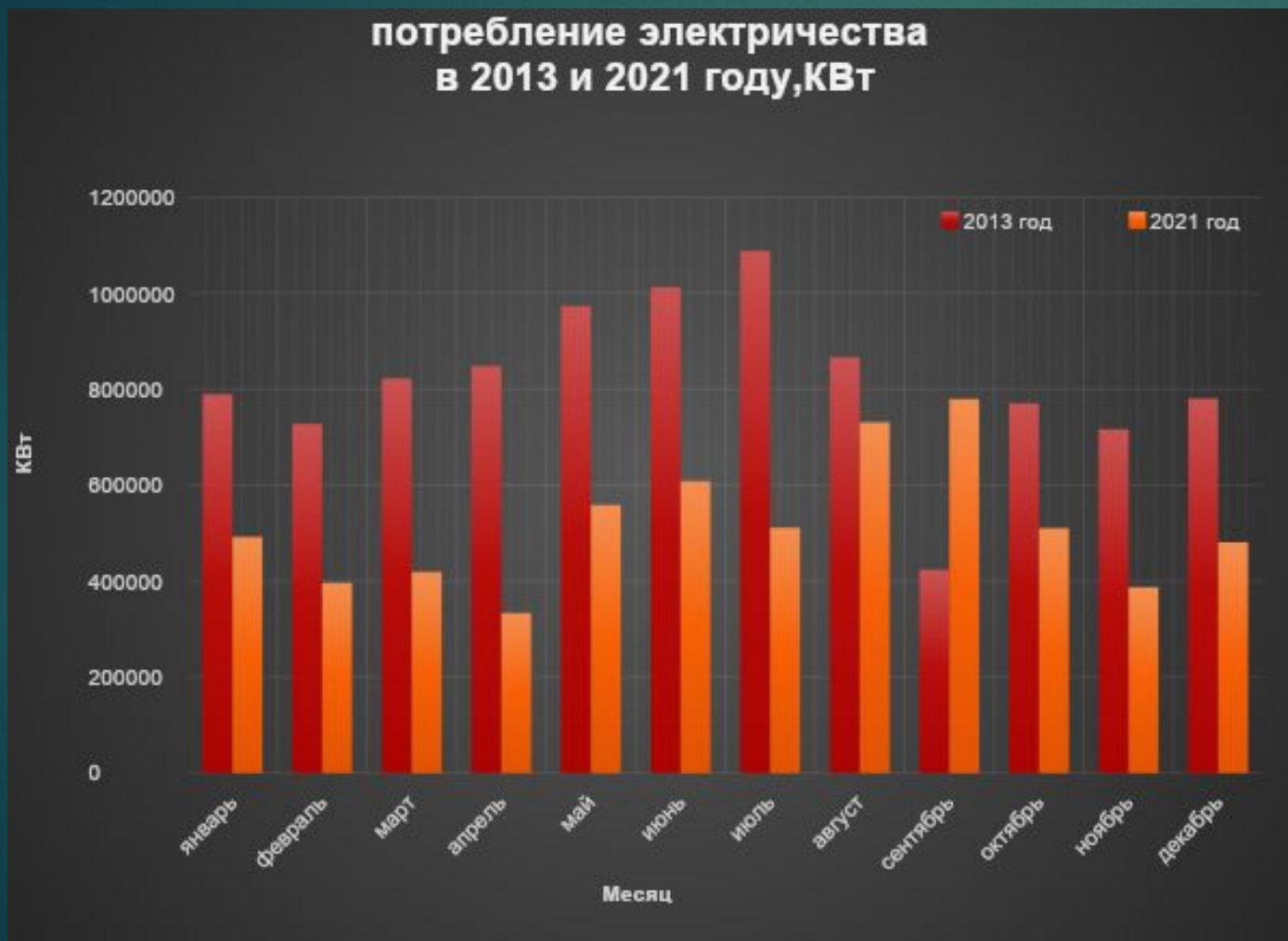
Анализ расчетных значений холодопроизводительности и массового расхода хладагента от изменения температуры наружного воздуха в режиме работы без компримирования хладагента

$$Q_0 = F_k \cdot \theta_m \cdot k \quad G_a = \frac{Q_0}{q_0}$$

То,с.°C		Ga, кг/с
-10	4478,928	4,201621
-11	5469,07	5,13046
-12	7430,925	6,970849
-13	8279,264	7,766665
-14	9094,743	8,531654
-15	9881,172	9,269392
-17	10780,22	10,11778
-20	12764,36	11,97407
-27	16917	15,86961
-35	22303,06	20,9222
-36	22828,63	21,41522
-37	23348,59	21,90299
-38	23863,2	22,38574
-39	24372,71	22,8637
-40	24877,34	23,3371

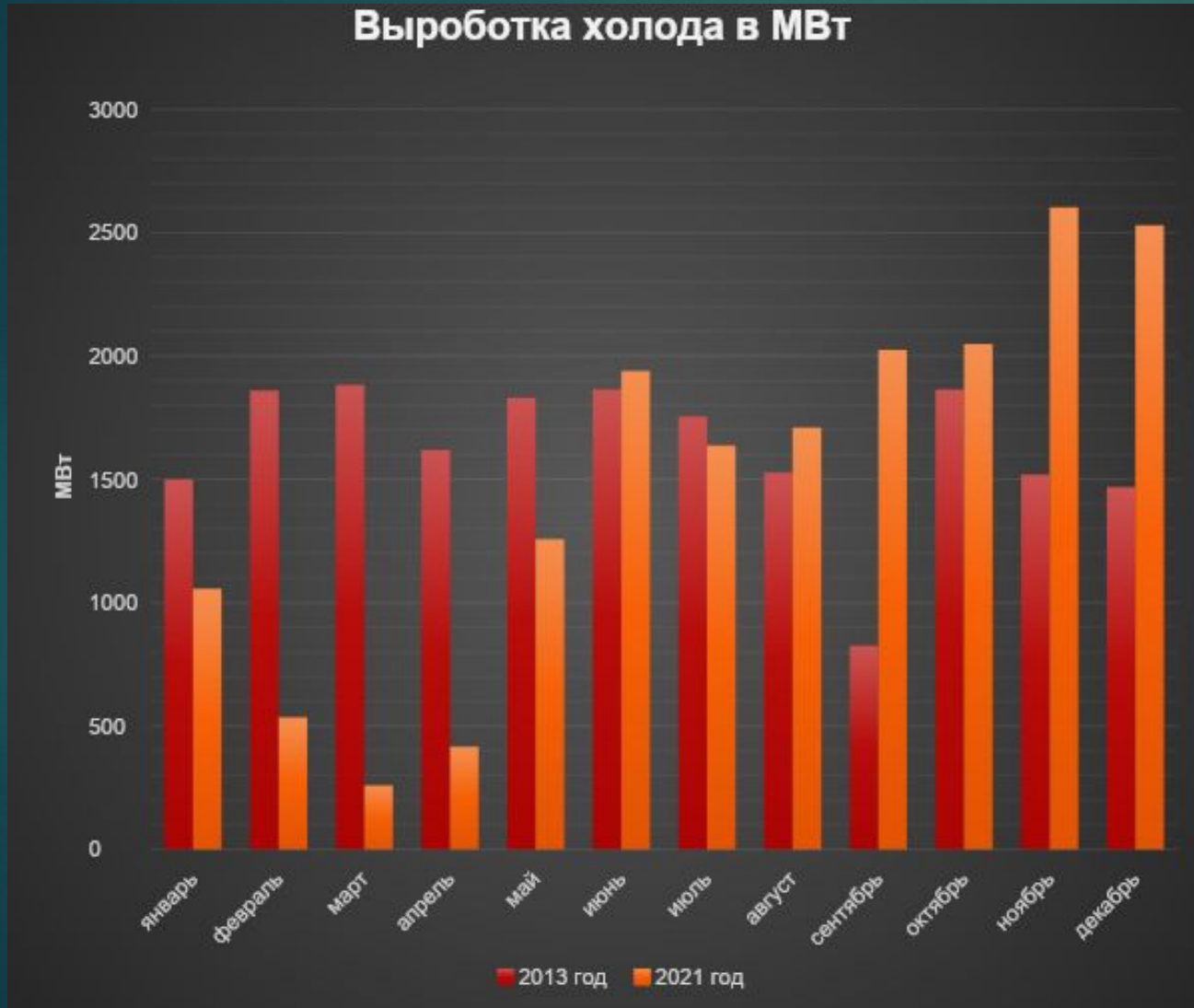


Сравнение потребления электроэнергии до реконструкции отд.102 и после



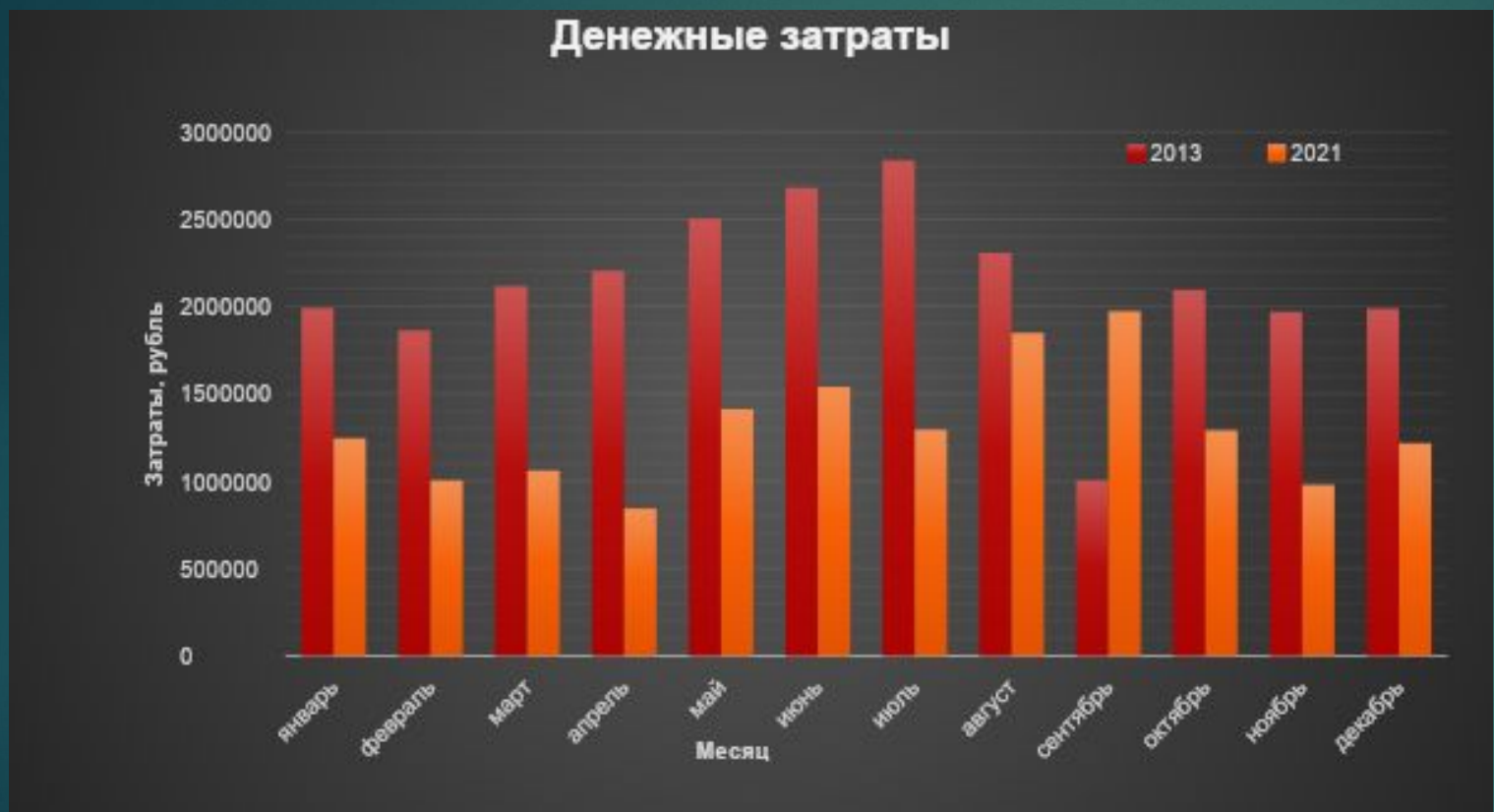
Как видно, на графике представлены данные по электропотреблению в кВт на время работы холодильной установки за 2013 год (год когда цех работал бесперебойно и на полных мощностях), а так же за 2021 год работы установки с внедрённым режимом естественной циркуляции хладагента. В общей сложности экономия электричества в 2021 году была 61% по сравнению с 2013 годом

Сравнение выработки холода отд. 102 за 2013г и 2021г в МВт



месяц	Выработка холода за 2013 год, МВт	Выработка холода за 2021 год, МВт
Январь	1497,94	1056
Февраль	1860,8	534,98
Март	1881,73	259,34
Апрель	1618,9	416,35
Май	1829,4	1257,2
Июнь	1864,29	1938,72
Июль	1754,97	1637,5
Август	1528,18	1709,61
Сентябрь	824,56	2023,62
Октябрь	1863,13	2049,21
ноябрь	1520,04	2601,63
Декабрь	1468,87	2529,53
итого	19512,8	18013,7

Анализ денежных затрат на потребление электроэнергии и оборотной воды в 2013 году и 2021 году



Финансовое содержание новой установки обошлось на 38,5% дешевле чем за 2013год, за счет того что в новой установке отсутствует необходимость в оборотной воде, при этом холода выработано приблизительно одинаково

месяц	2013 год	2021 год
Январь	1989856,52	1244625,9
Февраль	1861821,14	1003466,3
Март	2114823,7	1060209,2
Апрель	2204158,44	843395,74
Май	2504186,22	1412493,9
Июнь	2680881,91	1540036,3
Июль	2837028,6	1294520
Август	2308862,34	1848412,5
Сентябрь	1003660,08	1972393,1
Октябрь	2095274,18	1290399,7
ноябрь	1969332,89	979671,66
Декабрь	1988896,52	1216456,9
итого	25558762,54	15706384

Данная работа была
удостоена диплома 1
степени на ежегодной
международной
конференции «OIL AND
GAS ENGINEERING»
2022 года



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный технический университет»
Нефтехимический институт ОмГТУ

ДИПЛОМ

**I СТЕПЕНИ
НАГРАЖДАЕТСЯ**

Максименко В.А. Суворов А.Л. Беккер В.В.

С докладом « *Опыт использования конденсатора*

воздушного отопления для получения холода
без компримирования парадиоксида »

**Секция «ХИМИЧЕСКОЕ И НЕФТЕГАЗОВОЕ
МАШИНОСТРОЕНИЕ»**

«Низкотемпературные технологии в нефтегазовой отрасли»

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
НЕФТЕХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

12-ая международная научно-техническая конференция
**ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ
НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО И НЕФТЕГАЗОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА
OIL AND GAS ENGINEERING 2022.**

Заместитель
главного редактора

В.Л. Юша

Омск, февраль 2022 г.

Заключение

1. Проведен обзорный анализ схем с естественной циркуляцией хладагента.
2. Выполнены расчёты холодопроизводительности и массового расхода хладагента при изменении температуры окружающего воздуха.
3. Определен избыток холодопроизводительности в зависимости от температуры наружного воздуха.
4. В результате проведенных исследований установлено, что при наличии базовой (рассчитанной по существующим методикам) поверхности конденсатора воздушного охлаждения (КВО), холодильная установка (ХУ) может работать в режиме с отключенным компрессором при $t_{oc} \leq -9$ °С. При отсутствии возможности расположения КВО выше испарителя преодоление разности давлений успешно реализуется с помощью насосов. При этом отсутствует режим опрокидывания в переходные периоды.
5. Получены экспериментальные характеристики работы промышленной холодильной установки (ХУ) в течении года с возможностью отключения компрессора в зимний период. Установлено что для выработки холода в 1 МВт для $t_0 = 0 \div -5$ °С минимально необходимо установить КВО с площадью теплообмена примерно равной 4000 м^2 . при этом точка перехода на режим без компримирования составляет примерно $T_{возд} = -14$ °С. При увеличении F КВО зона перехода смещается в сторону уменьшения разности температур. Например при $F=8000$ м² на 1 МВт составляет $T_{возд} = -9$ °С. Определение оптимальных параметров при проектировании таких схем требует разработки математической модели с возможностью подключения к ней методов нелинейного программирования.
6. Как показали расчеты в период работы ХУ с отключенным компрессором холодопроизводительность может быть увеличена в 2-3 раза. Однако, в условия работы нефтехимических предприятий, холодопроизводительность приходится стабилизировать путем уменьшения нагрузки на вентиляторы. Для того чтобы полностью использовать возможности схемы, необходимо аккумулировать избытки холода и использовать их в переходных режимах



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ