



УДК 621.565

ИСПАРИТЕЛЬНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ МИК ПОВЫШЕННОЙ МОЩНОСТИ

Канд. техн. наук **Н.В.ТОВАРАС, Т.В.ПРОЗОРОВА**, ООО НПФ «Химхолодсервис»

В настоящее время десятки испарительных конденсаторов МИК успешно работают на предприятиях пищевой промышленности и оптовой торговли России – от Санкт-Петербурга до Комсомольска-на-Амуре. Некоторые из них реконструировали свои конденсаторные отделения полностью. Среди этих предприятий Ульяновский пивзавод «Витязь» (шесть конденсаторов МИК-500); Московский рыбный комбинат «Меридиан» (шесть конденсаторов МИК-400). В стадии реконструкции в настоящее время находятся пивзавод «Красный Восток» (Казань), московские хладокомбинаты № 3 и № 9, «Саратовмолоко», Останкинский молочный комбинат, молзавод в Нижнем Новгороде, Евдаковский масложиркомбинат, Подольский хладокомбинат, Смоленский молзавод, пивзавод «Живое пиво» в Волгограде, Алексеевский птицекомбинат и др. Конденсаторы МИК установлены также на Кировском, Омском, Воронежском, Саранском, Липецком, Нарофоминском, Санкт-Петербургском № 1, Казанском и других хладокомбинатах, на Клинском, Бадаевском пивзаводах, на «Приазовской Баварии» в Ейске, на масложиркомбинатах в Нижнем Новгороде, Екатеринбурге и других городах, на плодоовощных базах «Красная Пресня», «Ростокино» в Москве, на Новоуральской торгово-складской базе, на Щелковском, Дзержинском и Белгородском мясокомбинатах, на молочных заводах в Вологде, Казани и других городах.

Везде испарительные конденсаторы МИК проявили себя в эксплуатации с самой лучшей стороны и продемонстрировали высокие теплотехнические характеристики.

Создание испарительных конденсаторов с высокими теплотехническими характеристиками – сложная проблема, которую невозможно решить без надежной экспериментальной и теоретической базы. В результате многолетних исследований на макетах и опытных образцах конденсаторов, установленных на различных объектах, фирмой получены уникальные экспериментальные данные по гидравлическому сопротивлению и коэффициенту полного теплообмена во всех трех зонах аппарата (форсуночное пространство, зона теплообменного пучка труб и поддонное пространство), а также по коэффициенту теплоотдачи к пленке воды на поверхности пучка труб.

Впервые разработана математическая модель, наиболее полно отражающая процесс тепломассообмена, реально происходящий в испарительных конденсаторах, которая учитывает процессы во всех трех зонах аппарата (современ-

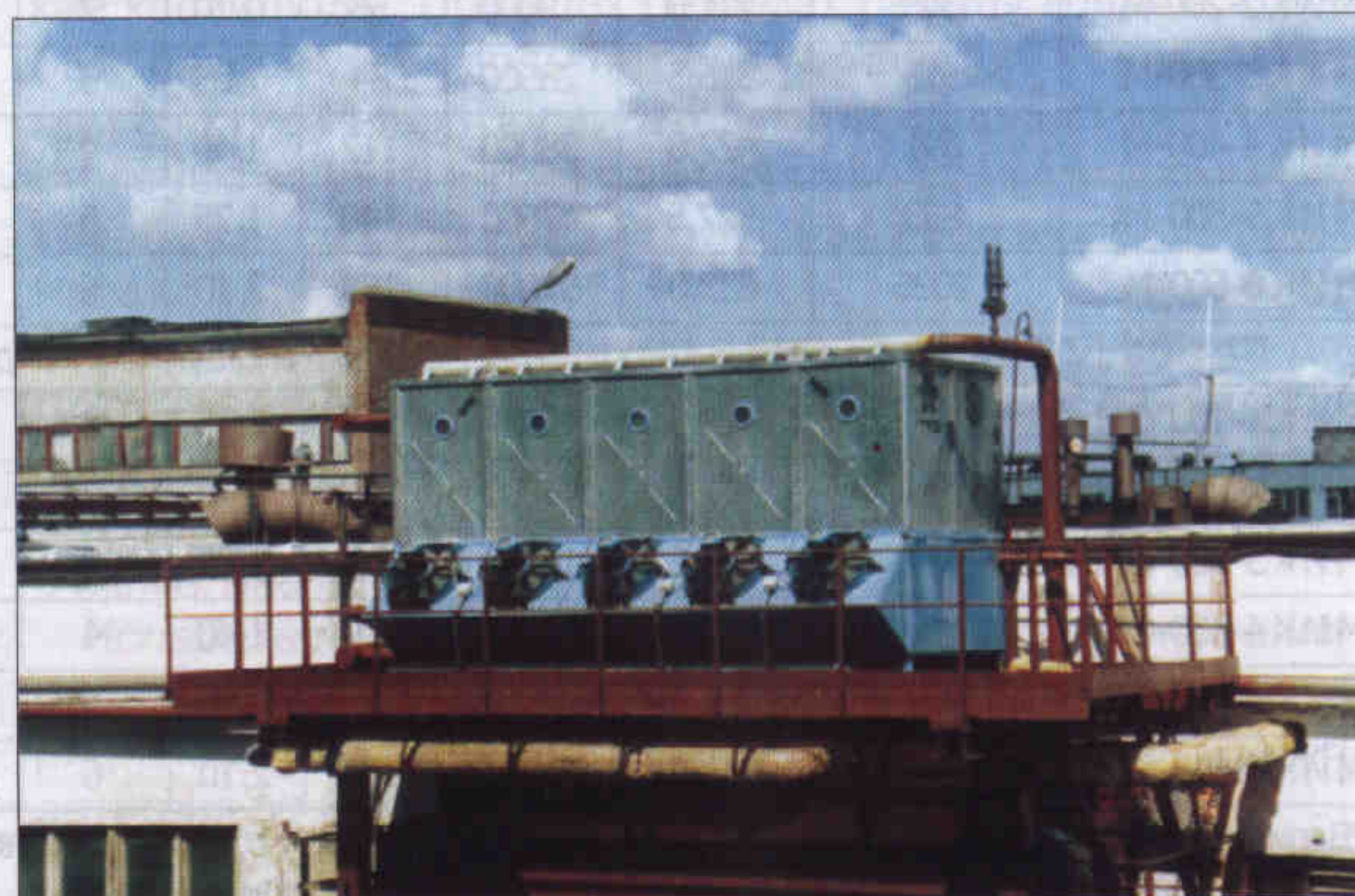
ные расчетные модели дают ошибку до 50%). Разработана компьютерная программа оптимизации геометрических и гидродинамических параметров.

Оптимизационные расчеты, которые были положены в основу опытно-конструкторских работ, позволили провести еще одну модернизацию конденсаторов МИК, в результате которой мощность аппарата возросла на 15 % при тех же геометрических размерах.

При модернизации изменена конструкция пучка труб: теперь это короткотрубный змеевик с наклонными трубами, имеющий современную плотную компоновку. Конструкция пучка обеспечивает равномерную раздачу паров хладагента по шлангам и исключает подтопление нижних рядов труб жидким аммиаком.



Конденсаторное отделение Ульяновского пивзавода «Витязь», оборудованное шестью испарительными конденсаторами



Испарительный конденсатор на пивзаводе «Клинпиво»

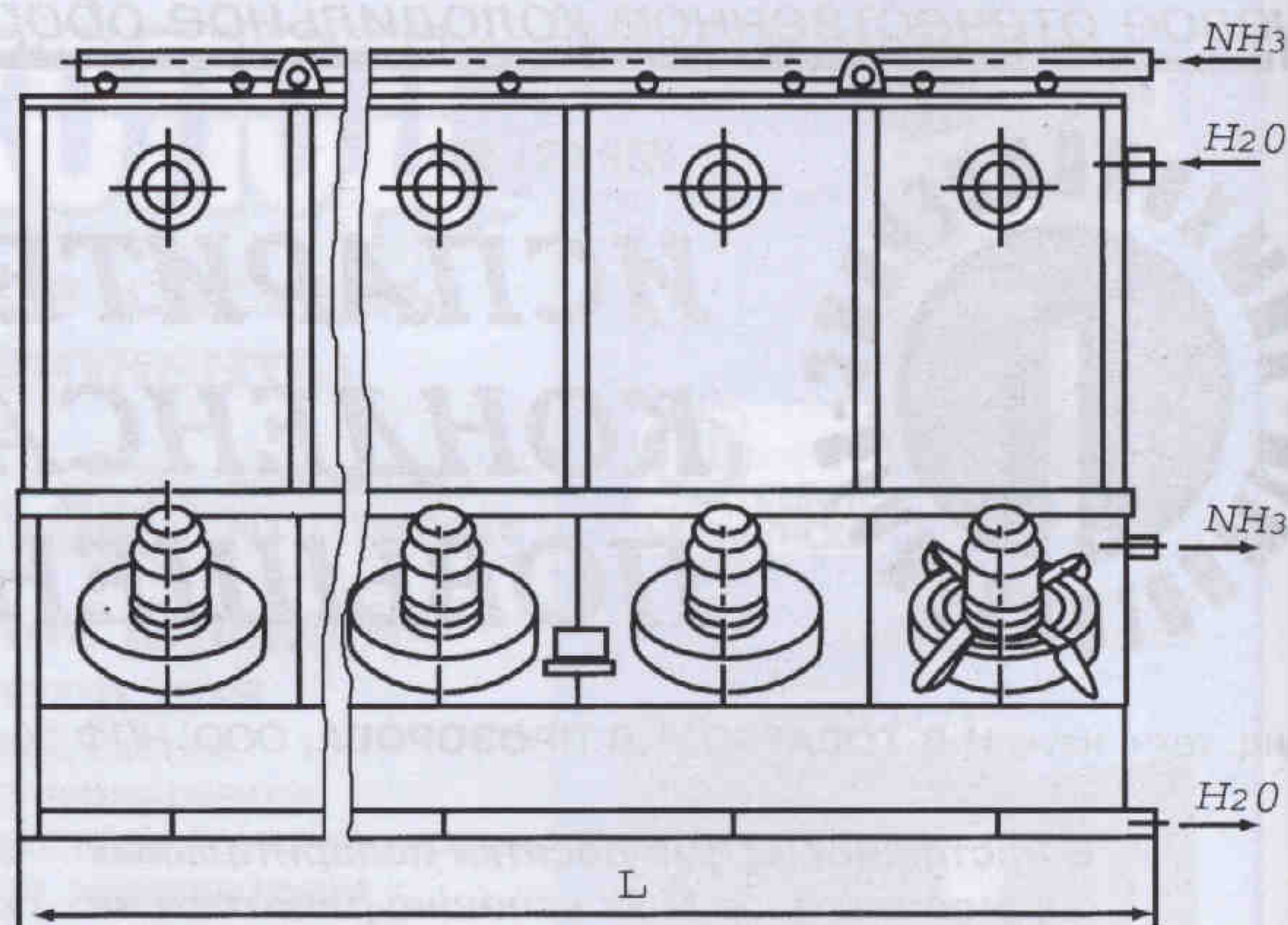
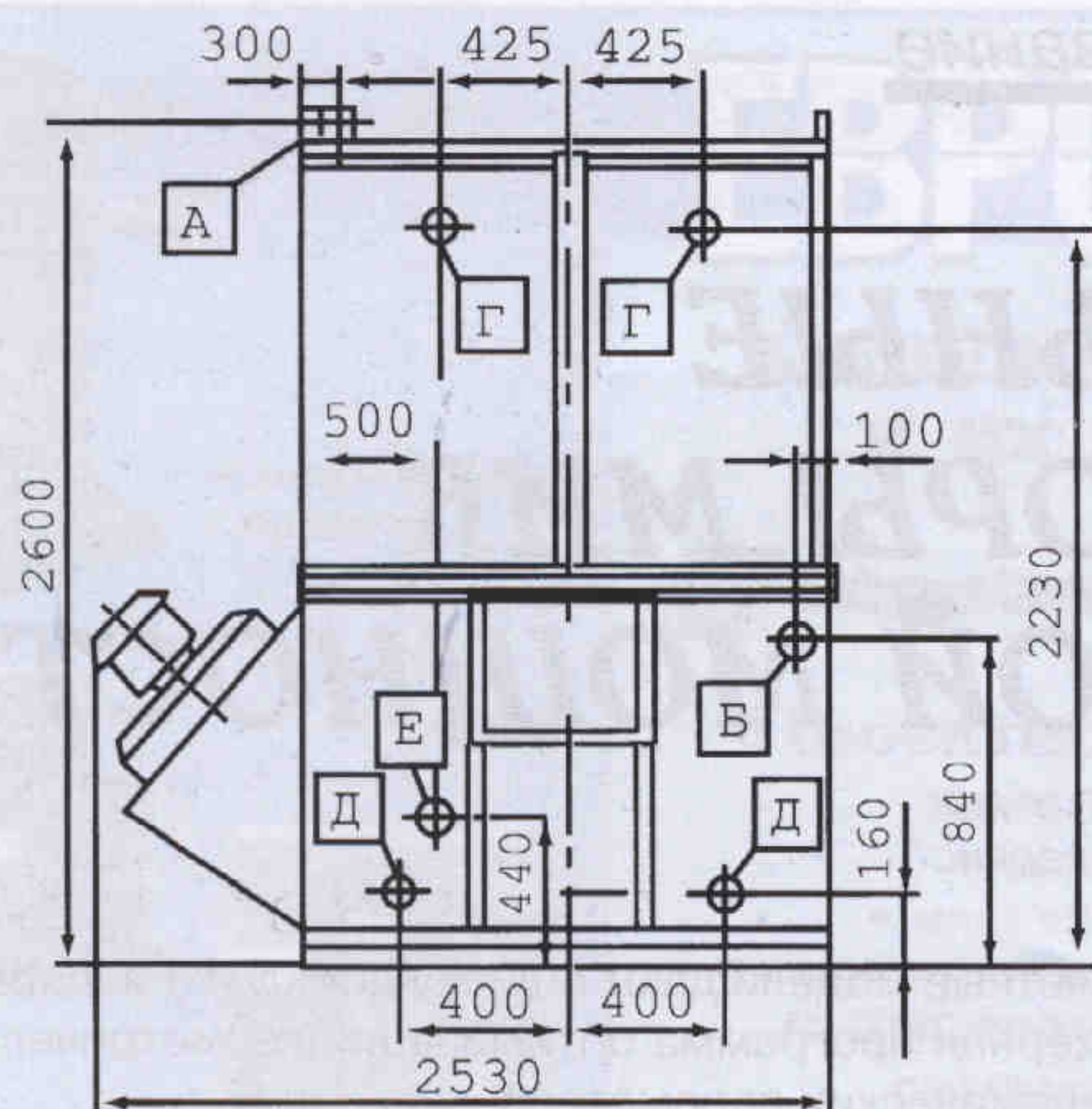


Таблица 1

Марка конденсатора	Номинальный тепловой поток* (при $t_k=35\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{вп}}=18\text{ }^{\circ}\text{C}$), кВт	Площадь поверхности теплообмена, м^2	Расход воздуха (общий), $\text{м}^3/\text{ч}$	Расход воды, $\text{м}^3/\text{ч}$		Число вентиляторов	Мощность электродвигателя, кВт		Диаметр патрубков D_y , мм					Длина L , мм	Масса, кг
				циркулирующей	свежей		установленная	потребляемая	аммиачных		водяных				
									А	Б	Г	Д	Е		
Конденсаторы с нормальным уровнем шума ($n = 1450$ об/мин)															
МИК 1-100-Н	273	105,5	18000	28	0,35	1	2,2	2,0	100	50	80	100	70	1080	1400
МИК 2-200-Н	547	211,0	36000	56	0,70	2	4,4	4,0	100	50	100	150	70	2020	3100
МИК 3-300-Н	821	316,5	54000	84	1,05	3	6,6	6,0	150	70	100	150	70	2940	4500
МИК 4-400-Н	1095	422,0	72000	112	1,40	4	8,8	8,0	150	70	100	150	70	3880	5900
МИК 5-500-Н	1368	527,5	90000	140	1,75	5	11,0	10,0	150	80	100	200	70	4820	7400
МИК 6-600-Н	1642	633,0	108000	168	2,10	6	13,2	12,0	150	80	125	200	70	5760	8800
Конденсаторы с пониженным уровнем шума ($n = 960$ об/мин)															
МИК 1-100-П	208	105,5	12000	28	0,35	1	1,1	1,0	100	50	80	100	70	1080	1400
МИК 2-200-П	417	211,0	24000	56	0,70	2	2,2	2,0	100	50	100	150	70	2020	3100
МИК 3-300-П	625	316,5	36000	84	1,05	3	3,3	3,0	150	70	100	150	70	2940	4500
МИК 4-400-П	834	422,0	48000	112	1,40	4	4,4	4,0	150	70	100	150	70	3880	5900
МИК 5-500-П	1042	527,5	60000	140	1,75	5	5,5	5,0	150	80	100	200	70	4820	7400
МИК 6-600-П	1250	633,0	72000	168	2,10	6	6,6	6,0	150	80	125	200	70	5760	8800
Малощумные конденсаторы ($n = 750$ об/мин)															
МИК 1-100-М	172	105,5	9500	28	0,35	1	0,55	0,5	100	50	80	100	70	1080	1400
МИК 2-200-М	345	211,0	19000	56	0,70	2	1,10	1,0	100	50	100	150	70	2020	3100
МИК 3-300-М	518	316,5	28500	84	1,05	3	1,65	1,5	150	70	100	150	70	2940	4500
МИК 4-400-М	691	422,0	38000	112	1,40	4	2,20	2,0	150	70	100	150	70	3880	5900
МИК 5-500-М	863	527,5	47500	140	1,75	5	2,75	2,5	150	80	100	200	70	4820	7400
МИК 6-600-М	1036	633,0	57000	168	2,10	6	3,30	3,0	150	80	125	200	70	5760	8800
Особо малощумные конденсаторы ($n = 450$ об/мин)															
МИК 1-100-ОМ	114	105,5	5500	28	0,35	1	0,25	0,2	100	50	80	100	70	1080	1400
МИК 2-200-ОМ	228	211,0	11000	56	0,70	2	0,50	0,4	100	50	100	150	70	2020	3100
МИК 3-300-ОМ	342	316,5	16500	84	1,05	3	0,75	0,6	150	70	100	150	70	2940	4500
МИК 4-400-ОМ	456	422,0	22000	112	1,40	4	1,00	0,8	150	70	100	150	70	3880	5900
МИК 5-500-ОМ	570	527,5	27500	140	1,75	5	1,25	1,0	150	80	100	200	70	4820	7400
МИК 6-600-ОМ	684	633,0	33000	168	2,10	6	1,50	1,2	150	80	125	200	70	5760	8800

*Величина теплового потока указана для чистого аппарата; при толщине накипи $\delta = 1,5$ мм тепловой поток снижается на 13%
 t_k — температура конденсации; $t_{\text{вп}}$ — температура влажного термометра.

В пучке увеличено число труб по высоте и добавлено по одной секции в каждую батарею, что позволило увеличить площадь активной теплообменной поверхности и улучшить аэродинамические характеристики аппаратов: практически исключены паразитные перетечки воздуха; достигнута равномерность поля скоростей воздуха по фронтальному сечению аппарата.

Одновременно усовершенствованы вентиляторный узел и оросительное устройство:

- использованы оптимальные высокоэффективные (КПД 0,75...0,77), с большими подачей и напором, низким уровнем шума и вибраций, надежные (число отказов минимальное) вентиляторы из композитных материалов, имеющие рабочие колеса с профильными лопатками, доработанные до получения необходимых характеристик.

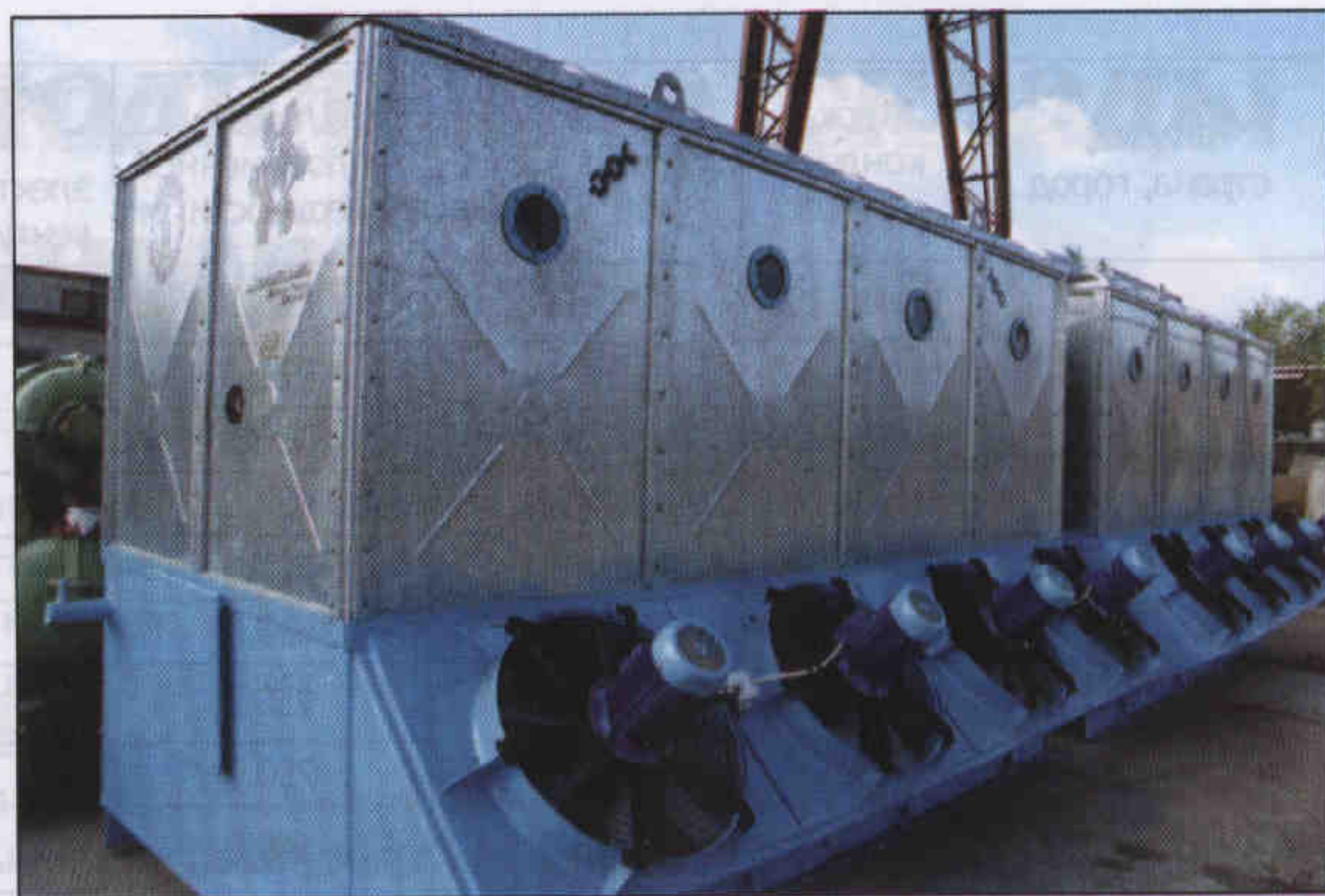
- обеспечено равномерное орошение во всем фронтальном сечении трубного пучка при пониженном расходе электроэнергии на привод водяных насосов благодаря использованию малонапорных (4 м вод.ст.) тангенциальных незаоросаемых форсунок в оросительных устройствах конденсаторов.

В связи с потребностью в аппаратах большой производительности новый ряд дополнен еще одним типоразмером (МИК6-600), состоящим из шести модулей.

Технические характеристики модернизированного ряда конденсаторов МИК, выпуск которых начинается с 2000 г., представлены в табл. 1.

Испарительные конденсаторы МИК по сравнению с другими, широко используемыми на предприятиях России и других стран СНГ, имеют ряд преимуществ (табл. 2):

- высокая тепловая эффективность (на уровне лучших зарубежных аппаратов типа "Baltimore");



Отгрузка испарительных конденсаторов МИК в Комсомольске-на-Амуре для Дальневосточного акционерного горнозавода "ДАКГОМОЗ"

- малая занимаемая площадь: в 2–3 раза меньше, чем у выпускавшихся ранее (ИК-125, ЭВАКО и ТКА производства Венгрии, КАИ-50...КАИ150 производства ПО "Металлист", г. Самара) и изготавливаемых в настоящее время (ИК100-400; ИК150-600 производства ОАО "Орелхолодмаш"). Этот показатель особенно важен при реконструкции и увеличении мощности конденсаторных отделений.

- малый удельный расход электроэнергии: затраты мощности на прокачку воздуха, отнесенные к величине теплового потока (на уровне аппаратов фирмы Baltimore и в 2–3 раза меньше, чем у конденсаторов других фирм);

- надежное цинковое покрытие: обеспечивает срок службы аппаратов не менее 20 лет. Все основные узлы имеют покрытие толщиной не менее 100 мкм, полученное методом горячего цинкования. Технологию горячего цинкования отработывали на заводе-изготовителе более 30 лет, и сейчас она является наиболее освоенной в России. Из оцинкованной листовой стали выполнены также съемные боковые ограждения конденсаторов, оборудованные смотровыми окнами. Испарительные конденсаторы без цинкового покрытия, как показывает опыт, в зависимости от активности подпиточной воды имеют гарантированный срок службы не более 3–5 лет. В мировой практике испарительные конденсаторы без цинкового покрытия не применяют.

- высокие эксплуатационные качества: соединения ограждений с корпусом дают возможность осуществлять много-разовый демонтаж без нарушения герметичности. Конструкция элиминаторов позволяет улавливать крупные и мелкие капли воды. При всех режимах работы конденсаторов МИК следов уноса воды не обнаруживается. Конденсаторы комплектуют электродвигателями в исполнении УХЛ1 со степенью защиты IP54 и сертифицированными клеммными коробками со степенью защиты IP54 производства фирмы Hansel;

- допустимые уровни шума и вибрации: в отличие от других отечественных аппаратов, изготавливаемых в настоящее время (и выпускавшихся ранее), конденсаторы МИК имеют шумовые и вибрационные характеристики на уровне зарубежных аналогов.

Испарительные конденсаторы МИК прошли испытания в системе сертификации продукции по акустическим и вибрационным характеристикам и получили сертификат соответствия № 03 0006.024/3-002.

Сотрудники НПФ "Химхолодсервис" разработали метод подбора и установки конденсаторов для соблюдения санитарных норм по шуму. Новый ряд из 24 моделей конденса-



Испарительные конденсаторы МИК4-400 на московских плодовоовощных базах "Красная Пресня" (вверху) и "Ростокино" (внизу) в Москве

Таблица 2

Фирма, страна, город	Марка конденсатора	Тепловой поток Q (при $t = 35^\circ\text{C}$, $t_{\text{вн}} = 18^\circ\text{C}$), кВт	Площадь теплообменной поверхности, м^2	Установленная мощность электродвигателей вентиляторов, кВт	Удельный расход электроэнергии, кВт/кВт	Занимаемая производственная площадь, м^2	Удельная занимаемая производственная площадь, $\text{м}^2/\text{кВт}$	Цинкование
НПФ "Химхолодсервис", Москва	МИК-100	273,0	105,5	2,2	0,0081	2,7	0,010	Оцинкованные аппараты
	МИК-200	547,0	211,0	4,4	0,0081	5,1	0,009	
	МИК-300	821,0	316,5	6,6	0,0081	7,4	0,009	
	МИК-400	1095,0	422,0	8,8	0,0081	9,8	0,009	
	МИК-500	1368,0	527,5	11,0	0,0081	12,2	0,009	
	МИК-600	1642,0	633,0	13,2	0,0081	14,6	0,009	
Baltimore, USA	VXMC-150	646,3	150,0	5,5	0,0085	7,4	0,011	
	VXMC-250	1077,0	250,0	11,0	0,0102	10,4	0,010	
Hutotechnika, Венгрия (выпуск прекращен)	ТКА-140	475,0	140,0	8,8	0,0185	8,5	0,018	
	ТКА-280	950,0	280,0	17,6	0,0185	17,0	0,018	
ХЭМЗ, Украина, Харьков (выпуск прекращен)	ИК-125	400,0	193,0	9,0	0,0225	8,0	0,020	Неоцинкованные аппараты
ПО "Металлист", г. Самара (выпуск прекращен)	КАИ-50	138,0	90,0	4,4	0,032	5,3	0,038	
	КАИ-100	275,0	180,0	8,8	0,032	5,3	0,036	
	КАИ-150	375,0	245,0	13,2	0,032	13,6	0,036	
ОАО "Орелхолодмаш", Орел	ИК 100-400	400,0	162,0	8,8	0,022	9,1	0,023	
	ИК 100-600	600,0	243,0	13,2	0,022	13,3	0,022	

торов МИК (см.табл.1) имеет четыре градации по уровню шума: Н – нормальный; П – с пониженным уровнем шума; М – малозумный; ОМ – особо малозумный.

Первоначально акустические (шумовые) характеристики, необходимые для выбора аппарата при заданных условиях применения, можно ориентировочно оценить по приведенному ниже графику зависимости уровня звука от частоты вращения вентиляторов и данным, представленным в журнале «Холодильная техника», 1998, № 3, № 5.

Более подробную акустическую характеристику для каждого аппарата можно получить у специалистов ООО НПФ "Химхолодсервис". Кроме того, для конкретных условий ус-

тановки и расположения аппаратов специалисты фирмы могут на основании акустического расчета, выполняемого по СНиП, определить требуемое снижение уровня шума и осуществить соответствующие мероприятия для защиты от шума с использованием средств звукоизоляции, звукопоглощения и т.п.

Конструкция испарительных конденсаторов МИК постоянно совершенствуется. Модернизирован узел крепления электродвигателя к диффузору: для дальнейшего улучшения виброакустических и прочностных характеристик применена жесткая шестилучевая крестовина для крепления электродвигателя; использованы штампованные диффузоры, обеспечивающие более точные и равномерные радиальные зазоры между лопатками рабочего колеса и обечайкой, что повышает эффективность работы вентилятора.

Особое значение придается проверке точности балансировки вентиляторного узла в собранном виде. С этой целью совместно с заводом "Комвен" внедрена система контроля качества узлов, включающая балансировку рабочего колеса, входной контроль двигателя, проверку на плоскостность посадочных мест крепления узла ограждения вентилятора, а также проверку узлов в сборе.

Испарительные конденсаторы МИК разработаны в полном соответствии с требованиями ГОСТов и Правил Госгортехнадзора РФ. Аппараты изготавливаются по техническим условиям ТУ 3644-001-35937536-98 "Испарительные конденсаторы типа МИК. Технические условия", согласованным с Московским городским управлением Госгортехнадзора РФ, заказчиком (ОАО "Росмясомолторг") и зарегистрированным в Госстандарте России. Конденсаторы сертифицированы НП "СЦ "НАСТХОЛ" в системе сертификации ГОСТ Р – Сертификат соответствия № РОСС RU. АЯ45.В01052.

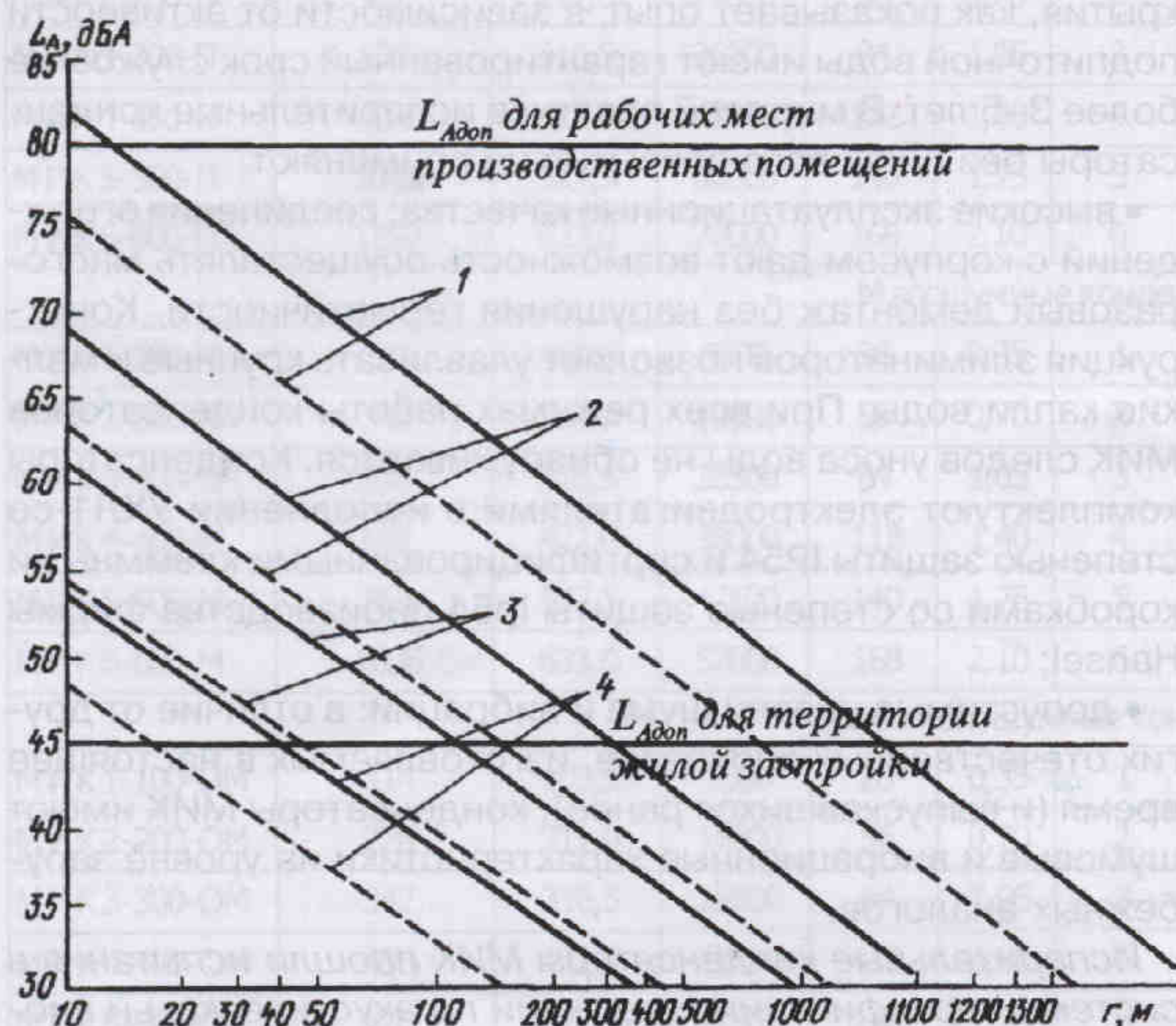


График зависимости уровня звука L_A от частоты вращения вентилятора n (об/мин) и расстояния r до расчетной точки:

1 – $n = 1465$; 2 – $n = 980$; 3 – $n = 740$; 4 – $n = 480$;

— — фронтальная поверхность; - - - - тыловая поверхность

125422, Москва, ул. Костякова, 12, офис 96.

Тел.: (095) 210-80-19, 210-45-11,

976-48-04, 210-53-11.

Факс: (095) 976-30-60.