

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ
УСТАНОВОК ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ**

Донецк
2017

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА «ЭНЕРГОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ
УСТАНОВОК ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ**

для обучающихся по специальности
21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
энергомеханических систем
Протокол № 1 от 28.09.2017

Донецк
2017

Рецензенты:

Оверко Валентин Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;

Моргунов Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ».

Составители:

Селивра Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;

Мизерный Владимир Иванович – старший преподаватель кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;

Гулин Валерий Валентинович – старший преподаватель кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ»;

Мельников Вячеслав Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры энергомеханических систем ГОУВПО «ДОННТУ».

Методические указания по проектированию шахтных вентиляторных установок главного проветривания [Электронный ресурс] : для обучающихся по специальности 21.05.04 «Горное дело» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. энергомеханических систем ; сост. С. А. Селивра, В. И. Мизерный, В. В. Гулин, В. А. Мельников. – Электрон. дан. (1 файл: 61,9 Мб). – Донецк : ДОННТУ, 2017. – Систем. требования: ZIP-архиватор.

Приведены основные положения по проектированию шахтных вентиляторных установок главного проветривания и выбору основного оборудования таких установок (вентиляторов, электродвигателей, вспомогательных устройств и др.), приведена методика эксплуатационного расчета вентиляторной установки, даны аэродинамические и технические характеристики выпускаемых вентиляторов.

Программы дисциплин и дипломных проектов специальности 21.05.04 «Горное дело» предусматривают выполнение студентами в процессе обучения домашней расчетной или курсовой работы, а также раздела в дипломном проекте по расчету и проектированию шахтной вентиляторной установки главного проветривания.

Настоящие "Методические указания..." предназначены для выполнения перечисленных работ студентами горных вузов и факультетов. В них даны общие сведения о шахтных вентиляторных установках и их элементах - номенклатуре выпускаемых вентиляторов, способах их регулирования, строительных сооружениях, реверсивных и переключающих устройствах и схемах реверсирования, маслостанциях, тормозах, приборах и датчиках для контроля технологических параметров, электрооборудовании и аппаратуре автоматизации. Приведены основные положения по проектированию вентиляторных установок, методике их эксплуатационного расчета, а также необходимые материалы для выбора вентиляторов, электропривода и аппаратуры автоматизации для выполнения такого расчета.

Для облегчения и упрощения выбора вентиляторов в приложении приведены сводные графики зон промышленного использования вентиляторов главного проветривания, выпускаемых машиностроительными заводами.

Зоны промышленного использования, аэродинамические и технические характеристики построены и составлены на основании официальных материалов научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, а также указанных выше машиностроительных заводов, занимающихся разработкой, проектированием и изготовлением шахтных вентиляторов главного проветривания.

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

Выбору вентиляторов и другого оборудования шахтной вентиляторной установки главного проветривания, а также определению основных ее параметров предшествует расчет вентиляции шахты, который выполняется в соответствии с положениями и рекомендациями, изложенными в работах [4], [5]. Основными разделами проекта вентиляции шахты являются: выбор схемы и способа проветривания шахты, а также места расположения вентиляторной установки главного проветривания и их обоснование; составление схем проветривания очистных и подготовительных забоев; расчёт расхода воздуха $Q_{ш}$ потребного для проветривания шахты и отдельных ее участков (камер, очистных и подготовительных забоев); подсчет общешахтной депрессии $P_{ш}$ ($h_{ш}$) и естественной тяги P_e (h_e) для наиболее характерных периодов эксплуатации шахты; выбор способов регулирования воздуха в шахте.

На основании проекта вентиляции шахты составляется график изменения ее основных вентиляционных параметров ($Q_{ш}$ и $P_{ш}$) во времени. Так как проект вентиляторной установки и выбор вентилятора делаются на срок службы вентилятора, то при выполнении дипломного проекта график изменения вентиляционных параметров шахты составляют обычно на первые 15-25 лет эксплуатации шахты (в зависимости от срока службы принятого вентилятора). Наличие такого графика позволяет в дальнейшем осуществить не только выбор вентилятора, но и способа регулирования режима работы вентиляторной установки. На рис. 1 приведен в качестве примера график изменения вентиляционных параметров шахты во времени для одной из проектируемых шахт.

Шахтные вентиляторные установки главного проветривания предназначены для проветривания всех действующих выработок шахт или их частей (крыльев блоков, панелей) за исключением забоев отдельных глухих (тупиковых) выработок, проветривание которых осуществляется вентиляторными установками местного проветривания.

В соответствии с Правилами безопасности [4] вентиляторные установки главного проветривания должны быть расположены на поверхности земли у устья герметически закрытых стволов, шурфов, штолен или скважин и состоять из двух самостоятельных агрегатов, один из которых является резервным. Вентиляторы

(рабочий и резервный) для новых и реконструируемых установок должны быть одного типа и размера.

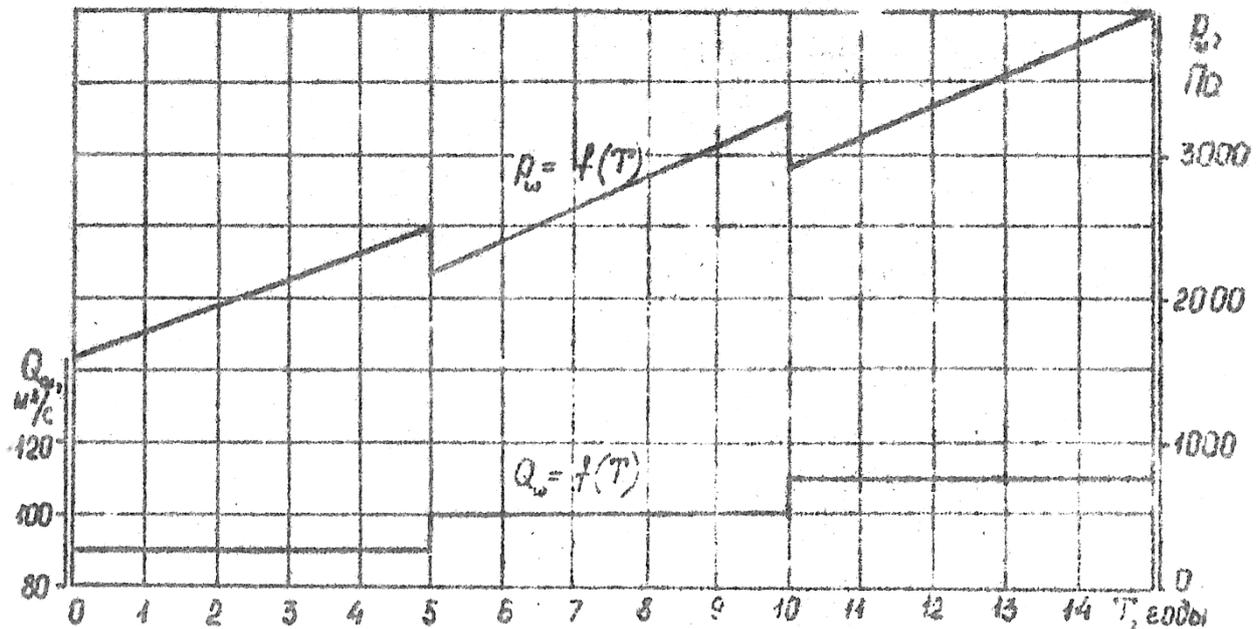


Рис. 1. График изменения вентиляционных параметров во времени

Шахтная вентиляторная установка главного проветривания состоит из вентиляторов, электропривода, пускорегулирующей аппаратуры и аппаратуры автоматизации, дистанционного управления и контроля, устройств и приспособлений для реверсирования воздушной струи и переключения вентиляторов, строительных сооружений и др.

Общие виды некоторых шахтных вентиляторных установок главного проветривания с различной компоновкой их элементов приведены в работе [8].

1.1. Вентиляторы

В настоящее время на шахтах эксплуатируются вентиляторы:

осевые двухступенчатые: ВОД-16П, ВОД-2Ш, ВОД-3СМ, ВОД-40М, ВОД-50;

центробежные (радиальные) одностороннего всасывания: ВЦ-15, ВЦ-25М, ВЦ-31,5М;

центробежные (радиальные) двухстороннего всасывания: ВЦД-31,5М, ВЦД-47,5У, ВЦД-47,5А;

Описание конструкции и устройства перечисленных выше вентиляторов приведено в [3].

Примечание. буквы в шифрах вентиляторов означают: В - вентилятор, 0 - осевой, Ц - центробежный (радиальный), Д - двухступенчатый (у осевых) или двухсторонний (у центробежный:); цифры в шифрах означают диаметр рабочего колеса в дм (кроме вентиляторов с цифрами в шифре 31,5 и 47,5-у них точные значения диаметров равны соответственно 3,2 м и 4,7 м); дополнительные буквы в шифрах (после цифр) учитывают конструктивные особенности вентиляторов: П - с полимерными лопатками рабочих колес. А - исходный вариант вентилятора (бывшее название «Север»), У - вариант с узким рабочим колесом; М - модернизированный. Кроме того, в соответствии с ГОСТ 11004-84 после этих букв или цифр буквой указывается способ регулирования: изменением угла установки лопаток рабочего колеса - К, изменением угла установки лопаток направляющего аппарата - Н, изменением частоты вращения ротора - В, изменением формы лопаток рабочего колеса - Ф. после этих букв также буквами указывается климатическое исполнение : У - для эксплуатации в районах с умеренным климатом (от -45°С до +40°С), ХЛ - для эксплуатации в районах с холодным климатом (<-45°С), Т - для эксплуатации в районах с тропическим климатом (>+40°С) и др., а также категория размещения: 1 - для работы на открытом воздухе, 2 - для работы в помещениях со свободным доступом наружного воздуха (палатках металлических сараях др.), 3 - для работы в закрытых помещениях без искусственного регулирования климатических условий (каменные, бетонные, деревянные и аналогичные помещения, 4 - для работы в помещениях с искусственно регулируемые климатическими условиями и др. (см. гост 15150-69).

Так, например, шифр ВЦ-25МНУХЛЗ означает: центробежный вентилятор одностороннего всасывания с диаметром рабочего колеса 2,5 м, модернизированный, регулируемый поворотом лопаток направляющего аппарата, предназначенный для эксплуатации в районах с умеренным и холодным климатом и размещения в закрытых помещениях без искусственного регулирования климатических условий.

Технические и аэродинамические характеристики перечисленных выше вентиляторов, а также сводные графики зон их промышленного использования приведены в приложении 1. Технические и аэродинамические характеристики выпускавшихся ранее осевых и центробежных вентиляторов главного проветривания серий ВУПД, ВОКД, ВЦ, ВЦО, ВЦД, необходимость в которых может возникнуть при выполнении технико-экономического анализа для подтверждения целесообразности замены существующего вентилятора, можно найти в [1], [8] и др.

Регулирование режима работы шахтных осевых вентиляторов серии ВОД может производиться:

1) индивидуальным поворотом лопастей рабочих колес (РК) через люки в корпусе при остановленном вентиляторе (угол установки лопаток может быть в пределах от 15° до 45°); этот способ обеспечивает изменение режима работы вентилятора в широких пределах, однако, обычно лопасти рабочих колес поворачиваются сразу на несколько градусов, поэтому такое регулирование получается ступенчатым;

2) одновременным поворотом лопаток промежуточного опрямляюще-направляющего аппарата (СНА) как при работающем, так и при остановленном вентиляторе (угол установки лопаток может быть в пределах от 75° до 35°); этот способ обеспечивает тонкое регулирование режима работы вентилятора, однако глубина регулирования при этом невелика - изменение угла установки лопаток с 75° до 35° соответствует уменьшению угла установки лопастей РК на $3-5^\circ$;

3) снятием половины лопастей (через одну) рабочего колеса второй ступени при остановленном осевом вентиляторе; уменьшение, числе лопастей второго РК с 12 до 6 позволяет снизить напор вентилятора и обеспечить его экономичную работу при малых депрессиях шахты, однако, регулирование при этом получается слишком грубым (ступенчатым).

Обычно регулирование режима работы осевых вентиляторов ВОД-21М, ВОД-30М, ВОД-40М и ВОД-50 производится комбинированным способом - поворотом лопастей РК через $3-4^\circ$, а в промежутках - поворотом лопаток СНА; в случае необходимости увеличения глубины регулирования по напору кроме этого производится снятие половины лопастей второго рабочего колеса.

Регулирование режима работы осевого вентилятора встречного вращения ВОД-16П, у которого отсутствуют спрямляющие аппараты, производится только поворотом лопастей рабочих колес при остановленном вентиляторе, а при необходимости значительного снижения напора и снятием половины лопастей на каждом рабочем колесе.

В установках с центробежными вентиляторами ВЦ-15, ВЦ-25М, ВЦ-31,5М, ВЦД-31,5М, ВЦД-47,5У, ВЦД-47,5А регулирование режима работы производится одновременным поворотом лопаток их направляющих аппаратов (НА) при работающем вентиляторе, при необходимости изменения режима работы в более широких пределах и изменением частоты вращения, путем замены приводного двигателя на другой с меньшей частотой вращения и мощностью.

В случае необходимости изменения режима работы в широких пределах вентиляторные установки с крупными центробежными вентиляторами могут быть оборудованы регулируемым приводом, обеспечивающим плавное (бесступенчатое) регулирование частоты вращения ротора вентилятора в пределах от n до $0,5n$ (а при необходимости и более), а также разгон ротора вентилятора с большим динамическим моментом инерции (подробнее см. 1.7). Вентиляторы ВЦД-47,5А оборудуются только регулируемым приводом.

Все перечисленные выше способы регулирования позволяют осуществлять регулирование "вниз" от максимально возможных для данного вентилятора значений подачи и давления. В случае необходимости увеличения подачи и давления в установках с центробежными вентиляторами на концах лопаток рабочих колес этих вентиляторов могут быть установлены накрывки или гибкие элементы, что приведет к повышению подачи на 18- 30% [3] с одновременным повышением мощности.

Схемы отсчета углов установки лопастей рабочих колес, лопаток направляющих и спрямляющих аппаратов осевых и центробежных вентиляторов в соответствии с ГОСТ 5976-73 и ГОСТ 11442-74 приведены на рис.2.

При проектировании вентиляторных установок главного проветривания выбор типоразмера вентилятора для данной установки и его привода следует производить на основании технико-экономического анализа возможных вариантов, обеспечивающих расчётные вентиляционные параметры. Экономическая эффективность вариантов оценивается, но приведенным затратам, а техническая целесообразность - по таким факторам, как надёжность работы, уровень шума, создаваемого вентилятором, возможность и удобство размещения вентиляторной установки на поверхности шахты, регулировочные качества вентилятора, удобство обслуживания вентиляторной установки и др.

1.2. Строительные сооружения

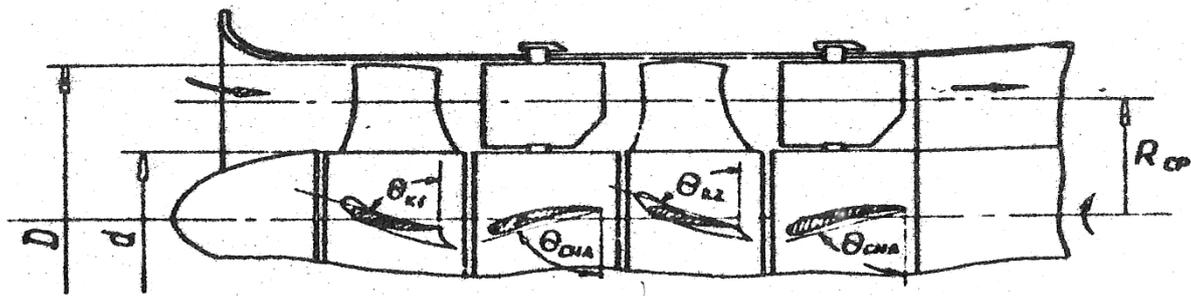
К строительным сооружениям шахтных вентиляторных установок главного проветривания относятся здание, фундаменты, вентиляционные каналы, выходные части установки и др.

Здания вентиляторных установок главного проветривания выполняются из огнестойких материалов однопролетными каркасными, имеющими в плане прямоугольное сечение. Обычно они сооружаются из типовых элементов: колонны - сборные железобетонные; балки покрытия - сборные железобетонные предварительно напряженные со стержневой арматурой; перекрытия из плит

покрытия марки ПНС, образующих жесткий горизонтальный диск; стены - из навесных стеновых панелей марки ПСЯ, выполненных из автоклавного ячеистого бетона (пенобетона) или легких бетсонов; фундаменты здания - монолитные железобетонные столбчатые; фундаментные балки - монолитные железобетонные. Продольная жесткость здания обеспечивается совместной работой вертикальных стальных связей по колоннам и жестким диском покрытия. По периметру здания устраивается асфальтовая отмостка по щебеночному основанию.

В зданиях размещаются вентиляторы, электродвигатели, электроаппаратура, аппаратура автоматизации, маслостанции (в установках, имеющих принудительную циркуляционную смазку подшипников) и др. Для уменьшения площади, занимаемой зданиями, в ряде случаев в них устраиваются внутренние балконы для размещения части электрооборудования и аппаратуры автоматизации, а также подвалы для размещения маслостанций.

а) Осевой вентилятор



$$R_{ср} = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{1+(d:D)^2}{2}}$$

б) Центробежный вентилятор

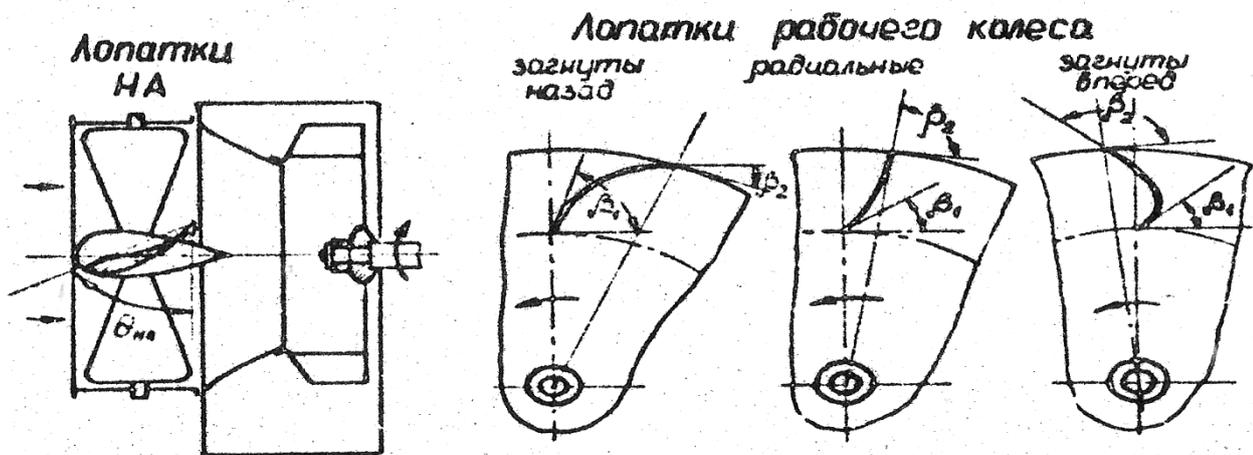


Рис. 2. Отсчет углов установки лопаток рабочих колес направляющих и спрямляющих аппаратов осевых и центробежных вентиляторов

В стенах зданий предусматриваются монтажные проемы, имеющие размеры достаточные для прохода электродвигателей и наиболее крупных узлов вентиляторов. Для монтажа и демонтажа механического и электрического оборудования в зданиях устанавливаются ручные мостовые краны грузоподъемностью не менее силы тяжести электродвигателя или наиболее крупной части вентилятора; для монтажа малых типоразмеров вентиляторов в здании может быть установлена монтажная балка с талью.

В соответствии с ПБ в здании вентиляторной установки должен быть установлен телефон в шумоизолированной кабине с выведенным сигнальным

вызовным устройством, связанный непосредственно с центральным коммутатором шахты. Здание должно иметь постоянное и независимое резервное освещение, содержаться в чистоте и порядке, а также быть оборудовано крышными вентиляторами для нагнетательной вентиляции, которые включаются при остановке обоих вентиляторов во избежание проникновения в здание загазованного воздуха.

Фундаменты под вентиляторы и электродвигатели к ним выполняются монолитными железобетонными из бетона марки 150 или 200, а подготовка (подушка) под фундаменты - из бетона марки 50.

Выходные части установки. Выходными частями вентиляторных установок с центробежными вентиляторами являются пирамидальные диффузоры, располагаемые обычно вертикально или слегка наклонно (под углом 25° - 35° к вертикали), что позволяет сократить площадь, занимаемую вентиляторной установкой). В установках с осевыми вентиляторами выходными частями являются Г-образные каналы, соединяющие кольцевые диффузоры вентиляторов с атмосферой.

Выходные части выполняются, как правило, железобетонными и лишь у малых вентиляторов они делаются металлическими. В последнее время в проектах большинства вентиляторных установок главного проветривания выходные части объединяются в одну, что сокращает объем строительных работ и обеспечивает необходимую в зимнее время воздушную тепловую изоляцию каналов и ляд резервного вентилятора.

В выходных частях установок с осевыми вентиляторами (рис. 3) устанавливаются обычно глушители шума. Глушитель шума состоит из 6-8 рядов продольных перегородок, выложенных на расстоянии примерно 400мм друг от друга из звукопоглощающих шлакоблоков, которые изготавливаются по специально технологии из смеси гранулированного шлака и цемента. Выходящий из кольцевого диффузора осевого вентилятора воздушный поток оказывается разбитым этими перегородками на несколько параллельных струй. Поглощение звука достигается за счет трения колеблющихся частиц воздуха в порах звукопоглощающего материала.

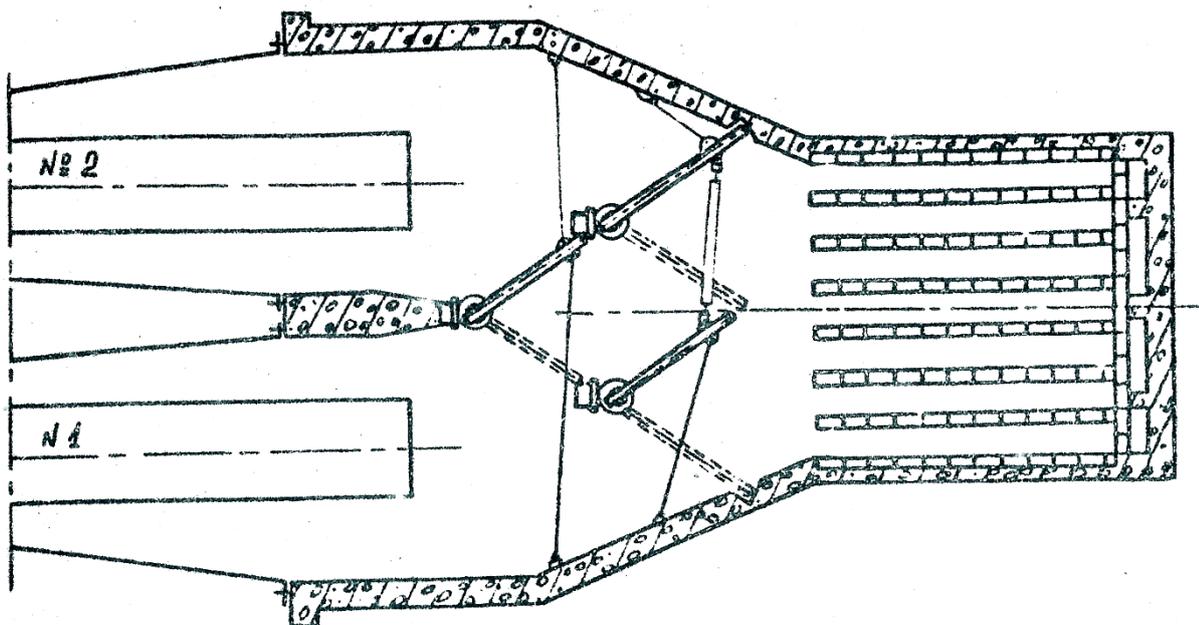


Рис. 3. Выходная часть вентиляторной установки с псевдо вентиляторами с глушителем шума и переключателями (лядами с вертикальными осями)

Вентиляционные каналы служат для соединения работающего и резервного вентилятора с вентиляционным стволом или шурфом шахты и выходной частью установки. Вентиляторные установки с ВЦД-47,5У, ВЦД-31,5М, ВЦ-31,5М (рис. 4) имеют: подводящий канал 8, соединяющий ствол со всасывающим тройником; всасывающие каналы 15, соединяющие этот тройник с работающим I и резервным 13 вентиляторами; нагнетательные каналы 14, сообщающие оба вентилятора с нагнетательным тройником; отводящий канал 4, сообщающий этот тройник с диффузором 6; обводные каналы 10, служащие для направления атмосферного воздуха в подводящий канал 8 при реверсировании воздушной струи.

В установках с осевыми вентиляторами отводящий, нагнетательные и обводные каналы отсутствуют, а воздух из вентилятора сразу через кольцевой диффузор поступает в выходную часть установки (см. рис. 3).

Подводящий и всасывающие каналы, а также всасывающий тройник обоих типов установок расположены ниже уровня земли, а нагнетательные и отводящий каналы (в установках с центробежными вентиляторами) и выходная часть (в установках с вентиляторами обоих типов) - выше уровня земли. Для уменьшения объема строительных работ подводящий и отводящий каналы обычно сблокированы.

Каналы имеют прямоугольное сечение и выполняются обычно монолитными железобетонными из плотного бетона марок 150 или 200. Для уменьшения сопротивления длину каналов следует делать по возможности меньше, повороты более плавными, поверхности стенок достаточно гладкими (применять железнение), а поперечное сечение таким, чтобы на оптимальном режиме работы вентилятора скорость воздуха в них не превышала 12-15 м/с. Стенки каналов должны обеспечивать также хорошую герметичность и иметь гидроизоляцию. С целью обеспечения стока конденсирующейся воды подводящий и всасывающие каналы следует выполнять с уклоном не менее 0,01 в сторону ствола или шурфа.

Для возможности осмотра и очистки, а также контрольных измерений расхода воздуха каналы имеют ход с поверхности (обычно делается вертикальный колодец со скобами, сообщаемый в нижней части через дверь со всасывающим каналом, верхнее отверстие колодца перекрыто съемной крышкой). В месте сопряжения канала со стволом, а также перед вентиляторами должны устанавливаться ограждающие решетки высотой не менее 1,5 м.

1.3. Реверсивные и переключающие устройства

В соответствии с ПБ [4] главные вентиляторные установки должны обеспечивать реверсирование (изменение направления) вентиляционной струи, поступающей в шахтные выработки. Перевод вентиляторных установок на реверсивный режим должен производиться не более чем за 10 минут, причем расход воздуха, проходящего по выработкам в реверсивном режиме проветривания, должен составлять не менее 60 % от расхода воздуха, проходящего по ним в нормальном режиме.

В вентиляторных установках главного проветривания, оборудованных центробежными вентиляторами, реверсирование воздушной струи осуществляется с помощью системы каналов и ляд. Принципиальная технологическая схема вентиляторных установок с ВЦД-31,5М и ВЦД-47,5У с реверсивными и переключающими устройствами приведена на рис.4.

При нормальной работе вентиляторной установки (на всасывание) ляды обозначенные на схеме сплошными линиями со штриховкой, ляды атмосферная 5, диффузорная 7 и подводящего канала 9, а также переключающая 2 и отсекающая 3 работающего вентилятора 1 расположены горизонтально; переключающая 12 и отсекающая 11 ляды резервного вентилятора 13 опущены соответственно в каналы 15 и 14 этого вентилятора. Воздух в этом случае поступает из вентиляционного ствола шахты в подводящий канал 8, откуда через тройник попадает во

всасывающий канал 15 работающего вентилятора 1, проходит через него и через его нагнетательный канал 14 поступает в отводящий канал 4, из отводящего канала воздух выходит в диффузор 6 и далее выбрасывается в атмосферу. Путь движения воздуха через вентиляторную установку при ее нормальной работе показан на схеме сплошными линиями со стрелками.

Для осуществления реверсирования воздушной струи ляды атмосферная 5 и диффузорная 7 поднимаются вверх (разобщая тем самым отводящий канал 4 и нагнетательный канал 14 работающего вентилятора I с диффузором 6 и атмосферой и сообщая с ней через проем, открытый атмосферной лядой 5, и вертикальные обводные каналы 10 всасывающий канал 15 работающего вентилятора 1), а лядя 9 подводного канала 8 опускается вниз (разобщая тем самым ствол и подводный канал со всасывающим каналом 15 работающего вентилятора I и сообщая их одновременно с отводящим каналом 4 и нагнетательным каналом 14 работающего вентилятора I). Воздух в этом случае поступает из атмосферы через выходное отверстие диффузора 6 и проходит через проем, открытый атмосферной лядой 5, обводные вертикальные каналы 10 во всасывающий канал 15 работающего вентилятора I; из вентилятора; воздух выходит в нагнетательный канал 14, проходит через отводящий канал 4, откуда через проемы, открытые лядями 7 и 9, попадает в подводный канал 8 и по нему проходит в вентиляционный ствол шахты. При реверсивной работе вентиляторной установки (на нагнетание) ляды находятся в положении, обозначенном на схеме пунктирными линиями; путь движения воздуха при реверсировании показан на схеме пунктирными линиями со стрелками. Подача вентилятора при таком способе реверсирования составляет 90-95 % от подачи нормальной его работа на ту же сеть.

Следует отметить, что при такой технологической схеме вентиляторной установки (рис. 4) все ее ляды являются самоуплотняющимися как ори нормальной работе, так и при реверсировании воздушной струи.

В вентиляторных установках, оборудованных осевыми вентиляторами, отсутствуют ляды, применяемые в установках с центробежными вентиляторами для реверсирования (ляды 5, 7 и 9 на рис. 4), реверсирование воздушной струи осуществляется: в установках с В0Д-16П путем изменения направления вращения обоих роторов вентилятора, а в установках с В0Д-21М, В0Д-30М, В0Д-40М, В0Д-50 ; путем изменения направления вращения ротора и поворота лопаток промежуточного спрямляюще-направляющего аппарата (СНА) и выходного спрямляющего аппарата (СА) на угол соответственно 180° и 160° (см. рис. 5). Поворот всех лопаток СНА и СА осуществляется одновременно с помощью

специальных приводов, имеющих как ручное, так и дистанционное управление. Подача вентилятора при таких способах реверсирования составляет 60-70 % от подачи при нормальной его работе на ту же сеть.

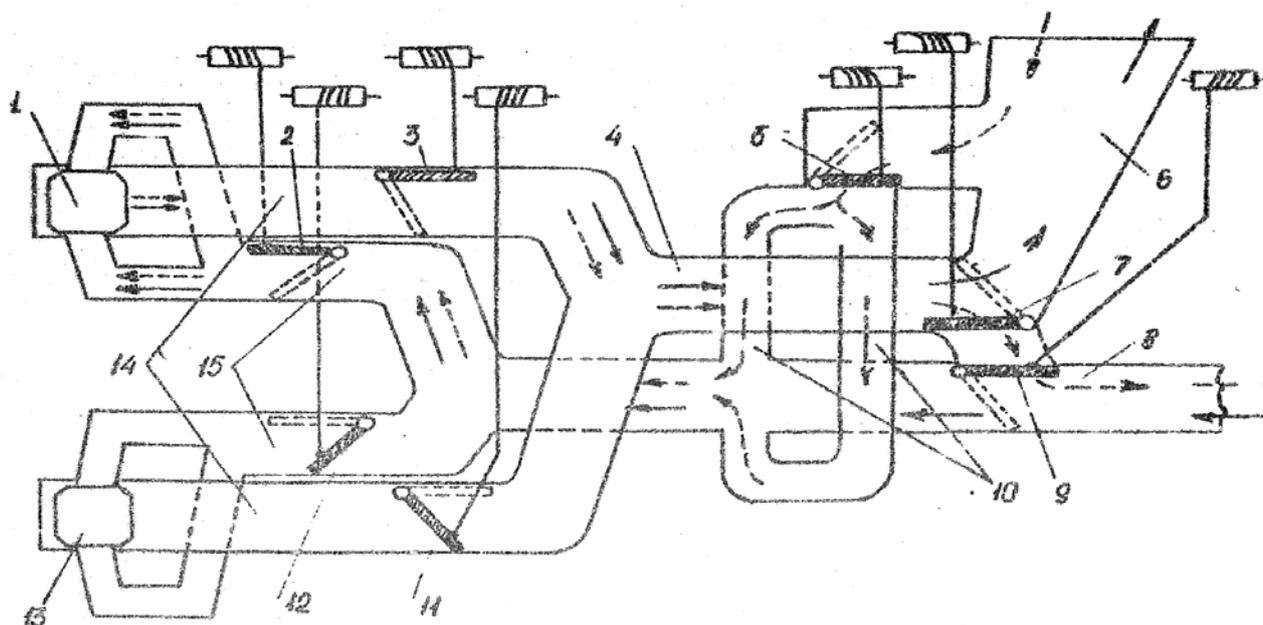


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема шахтной вентиляторной установки с центробежными вентиляторами ВЦД-31,5М и ВЦД-47,5У и устройствами для реверсирования воздушной струи и переключения вентиляторов

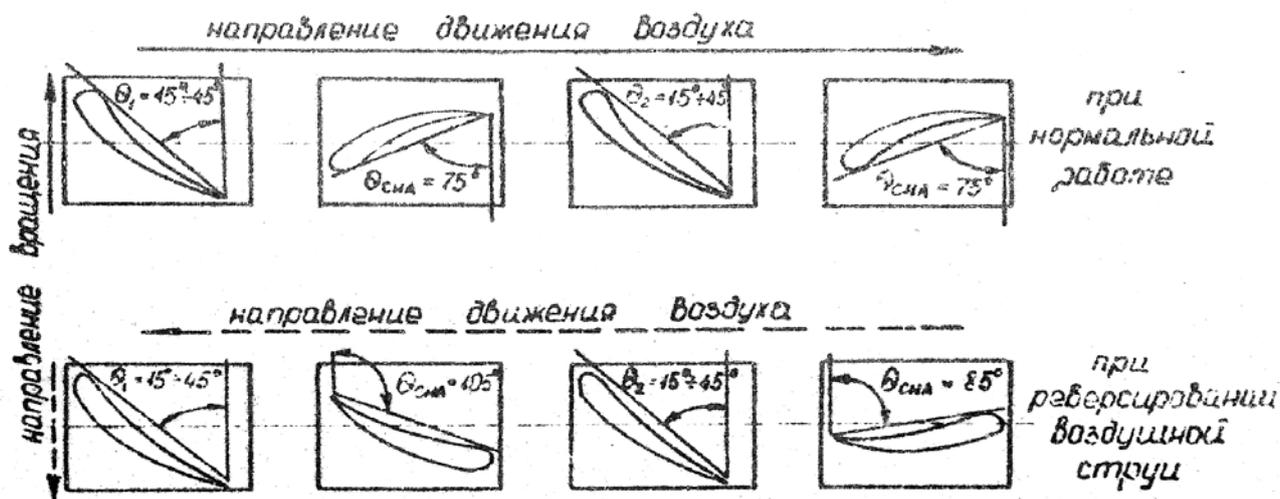


Рис. 5. Схема реверсирования воздушной струи в шахтных осевых вентиляторах ВОД-21М, ВОД-30М, ВОД-40М, ВОД-50

Переключение вентиляторов (отключение от ствола шахты и выходной части установки работавшего вентилятора и подключение к ним резервного вентилятора) осуществляется с помощью ляд которые могут иметь горизонтальное или

вертикальное расположение осей (в последнем случае ляды расположены в каналах тоже вертикально и называются обычно дверьми). Перестановка ляд и дверей может осуществляться с помощью канатов и лебедок (канатные ляды и двери) или с помощью мотор-редукторов (самоходные ляды и двери).

В установках с осевыми вентиляторами В0Д-16П, В0Д-21М и В0Д-30М для переключения вентиляторов применены переключающие ляды во всасывающих каналах и двери с канатным приводом в выходной части установки, в установках с вентиляторами В0Д-40М и В0Д-50 - канатные двери во всасывающих каналах и в выходной части установки. На рис. 3 показано расположение дверей в выходной части вентиляторной установки с осевыми вентиляторами В0Д. При работе вентилятора к 1 двери находятся в положении, показанном сплошными линиями, а при работе вентилятора № 2 - пунктирными,

В установках с центробежными вентиляторами ВЦ-15 и Ц-25М для переключения вентиляторов применяются переключающие ляды во всасывающих каналах и ляды диффузоров; в установках с вентиляторами ВЦ-31,5М, ВЦД-31,5М и ВЦД-47,5У (см. рис. 4) для этой цели служат переключающие ляды 2 и 12 и отсекающие ляды 3 и 11; в установках с вентиляторами ВЦД-47,5А - применены самоходные вертикальные двери во всасывающих и нагнетательных каналах.

Перестановка всех канатных ляд и дверей вентиляторных установок производится с помощью специальных лебедок типа ЛРУ-1-2М с тяговым усилием 40 кН и лишь в установке с ВЦД-47,5А применены мотор-редукторы. Для разводки тяговых канатов, закрепленных на барабанах лебедок и лядях (или дверях) применяются обычные, поворотные и консольные направляющие блоки.

Наличие в установках лебедок с электродвигателями или мотор-редукторов, а также концевых выключателей позволяет осуществлять дистанционное и автоматическое управление лядами и дверьми при переходе с рабочего вентилятора на резервный или при реверсировании воздушной струи. Количество ляд или дверей и лебедок вентиляторных установок с вентиляторами разных типа-размеров приведено в табл. 1.

Таблица I

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования в установках с разными типоразмерами вентиляторов										
	ВЦ-15	ВЦ-25М	ВЦ-31,5М	ВЦ-31,5М	ВЦ-47,5У	ВЦ-47,5А	ВОД-16П	ВОД-21М	ВОД-30М	ВОД-40М	ВОД-50
Ляды	6	6	7	7	7x2 ^ж)	-	2	2	2	-	-
Двери	-	-	-	-	-	8	1	1	3	6	7
Лебедки	4	4	5	5	12	-	2	3	4	5	6
Мотор-редуктор	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-

1.4. Маслостанции

В вентиляторных установках с малыми типоразмерами вентиляторов (ВЦ-15, ВОД-16П) предусмотрена работа подшипников на консистентной смазке (ЦИАТИМ-201, УС-2 и др.). В остальных установках предусмотрена принудительная циркуляционная система смазки подшипников жидким маслом (Т-30, Т-46, смеси И-40А и И-20А, и др.). Для подачи жидкой смазки под давлением в масляные ванны подшипников, сбора, очистки, нагрева и при необходимости охлаждения отработанного в подшипниковых узлах масла применяются маслостанции ЦС-70 или ЦС-70М. (с маслоохладителем).

Маслостанция (отдельная для каждого вентиляторного агрегата) состоит (рис. 6) из двух шестеренных насосов М.н. (рабочего и резервного), маслобака М.б., пластинчатого фильтра, нагнетательных и сливных трубопроводов, регулировочных кранов, электронных манометров, реле протока масла, электронагревателя, маслоохладителя. Маслостанции располагаются в специальных углублениях, сделанных в полу здания вентиляторной установки (ниже уровня пола не менее, чем на 1,5 м), или в подвальном помещении для обеспечения хорошего движения масла по сливным трубопроводам в маслобак.

1.5. Тормоза

Для предотвращения самопроизвольного вращения колеса, а также для быстрой остановки ротора вентилятора (сокращения времени свободного выбега после отключения электродвигателя от сети), что бывает необходимо при ремонтах и осмотрах установки в условиях ее кратковременной остановки, а также перед реверсированием вентиляционной струи у реверсивных вентиляторов, все осевые

вентиляторы ВОД оборудованы колодочными тормозами с электрогидравлическим или электромагнитным приводом,

В качестве тормозного шкива служит обод моторной муфты трансмиссионного вала либо специальный шкив, насаженный на удлиненную втулку этой муфты. Применение таких тормозов позволяет произвести остановку ротора вентилятора за 1,5-2,5 минуты.

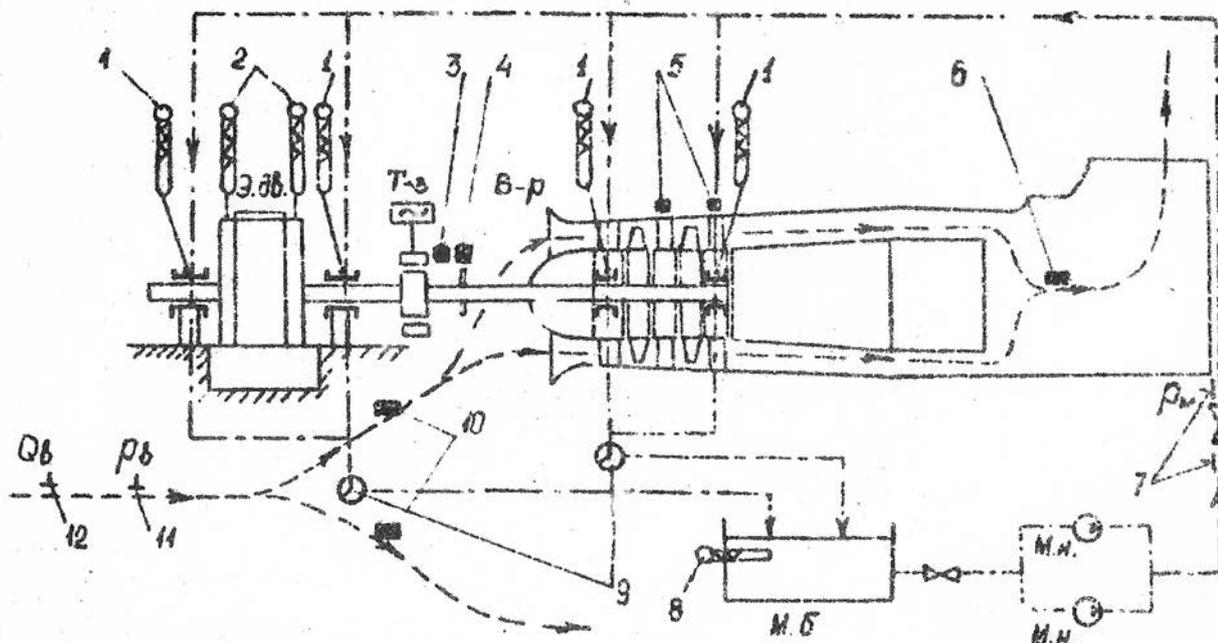


Рис. 6. Схема расположения датчиков для отбора информации о контролируемых параметрах и положении различных устройств

1.6. Контроль технологических параметров и положения различных устройств вентиляторной установке

В автоматизированных вентиляторных установках необходимо осуществлять непрерывный контроль за целым рядом параметров, характеризующих работу установки (подачей в давлением вентилятора; температурой подшипников агрегата и обмоток электродвигателя; наличием движения масла в маслопроводах, давлением и температурой масла, подаваемого в подшипники), а также положением различных устройств вентиляторной установки (ляд и дверей, лопаток направляющих аппаратов у центробежных вентиляторов, лопаток спрямляюще-направляющих и спрямляющих аппаратов у осевых вентиляторов, тормоза и др.). Для этой цели служат различные датчики, сигналы от которых передаются контрольно-измерительной аппаратуре и аппаратуре автоматизации вентиляторных установок.

Принципиальная схема расположения датчиков для сбора информации о контролируемых параметрах и положении различных устройств в установке с осевым вентилятором приведена на рис. 6.

Контроль за подачей и давлением вентиляторной установки осуществляется пневмометрическими датчиками различных типов.

Для контроля статического давления вентиляторной установки применяются обычно датчики (позиция 11 на рис.6), представляющие собой трубки статического давления, установленные заподлицо со стенками подводящего канала и подключенные импульсной трубкой к первичному прибору.

Для измерения подачи применяются датчики типа трубок Вентури (мультипликаторы), трубок Пито и статического давления, осередняющих насадков и др., установленных соответственно в подводящем канале (позиция 12 на рис. 6), во входном патрубке или входной коробке вентилятора, в диффузоре вентилятора; все они передают первичному прибору по импульсным трубкам перепад давлений, пропорциональный квадрату скорости воздушного потока. Подробнее см. [3], [8].

В качестве первичных приборов применяются обычно бесшкальные мембранные дифманометры с индукционным или электросиловым преобразователем типа ДМИ или ДМ-Э. В качестве вторичных наибольшее распространение в шахтных вентиляторных установках получили ферродинамические приборы типа БФ: ВФП - показывающие к ВФС - самопишущие и показывающие. В этих приборах может быть установлена одна или две группы трёхпозиционных контактных устройств, что позволяет осуществлять нормальную, предупредительную и аварийную сигнализацию, ступенчатое регулирование и другие операции.

Контроль температуры. Для непрерывного контроля температуры подшипников вентилятора и приводного электродвигателя, также обмоток последнего с автоматической сигнализацией и фиксацией места перегрева свыше допустимого значения применяется аппаратура КТТ-1, АКТ-1,- АКТ-2 и др. Расположение датчиков контроля температуры показано на рис. 6 (см. позиции 1 и 2).

Контроль положения тормоза. После отключения приводного электродвигателя осевого вентилятора автоматически включается электрогидравлический (ЭГП) или электромагнитный (КМТ-4А) привод колодочного тормоза и прижимает колодки последнего к тормозному шкиву. На рычаге тормоза или корпусе привода находится конечный выключатель (см. 3 на

рис. 6), который замыкается при включении тормоза или размыкается при растормаживании, сигналы об этом передаются аппаратуре автоматизации.

Контроль вращения вентилятора. Для контроля за состоянием ротора (вращается, не вращается) применяют реле скорости РС-67 в комплекте с магнитоиндуктивным преобразователем ДМ-2М (см. 4 на рис.6). На трансмиссионный вал (осевых вентиляторов) или зубчатую муфту (у крупных центробежных вентиляторов) устанавливается металлическое кольцо с выступами, а рядом с ним на кронштейне, закрепленном на фундаменте, устанавливается датчик ДМ-2Н. При вращении кольца с выступами изменяется магнитное поле ДМ-2М, сигнал которого воспринимается РС-67, имеющего включённые в схему автоматизации выходные контакты.

Контроль движения и давления масла в трубопроводах маслостанции осуществляется с помощью реле протока поплавкового типа (см. 9 на рис. 6), устанавливаемых на сливных трубопроводах, и электромагнитных манометров ЭКМ (см. 7 на рис. 6), устанавливаемых в нагнетательных трубопроводах. Микровыключатель, связанный с поплавком реле протока, и контакты ЭКМ включены в схему автоматизации.

Кроме того, контрольно-измерительная аппаратура маслостанции позволяет осуществлять: автоматическое включение резервного насоса, измерение температуры подаваемого в подшипники и выходящего из подшипников масла, определение уровня масла в маслобаке и др.

Контроль положения ляд, лопаток направляющих, спрямляюще-направляющих и спрямляющих аппаратов осуществляется концевыми выключателями (см. 5, 6, 10 на рис. 6) типа ВВ-5, ВМ-64В, ВМ-4-65 и др., установленными в крайних положениях лад или приводных колец этих аппаратов. Контакты концевых выключателей включены в схему автоматизации.

1.7. Электрооборудование

Электроснабжение вентиляторной установки главного проветривания, расположенной в пределах поверхностного комплекса шахты, осуществляется обычно от главной поверхностной подстанции, в которой размещаются комплектные распределительные устройства, по двум силовым высоковольтным кабелям (питание приводных электродвигателей) и по двум низковольтным кабелям (питание вспомогательных приводов, аппаратуры автоматизации, освещения и др.). При низковольтных приводах их питание осуществляется от трансформаторов собственных нужд ГПП по двум низковольтным кабелям.

В том случае, если вентиляторная установка расположена на значительном расстоянии от ГПП, то высоковольтные и низковольтные распреустройства располагаются в здании вентиляторной установки. В последнее время нередко высоковольтные распреустройства располагаются в зданиях вентиляторных установок даже при расположении последних на территории промплощадки.

Комплектные распреустройства, применяемые для управления высоковольтными приводными электродвигателями вентиляторных установок, состоят из разъединителей, масляных выключателей, измерительных трансформаторов тока и напряжения. В зависимости от способа установки в них аппаратов и приборов они подразделяются на КСО (камеры комплектные стационарные, одностороннего обслуживания), в которых высоковольтные аппараты, приводы к ним и приборы установлены стационарно без выдвигаемых элементов, и КРУ, в которых это оборудование смонтировано на выкатных тележках с выдвигаемыми элементами.

В настоящее время в вентиляторных установках применяются распреустройства типов КСС 272 и КРУ2-6, в которых установлены масляные выключатели с малым объемом масла типов ВМГ-10 или ВМП-10 (в КСО-272) и ВМП-10К (в КРУ2-6) с пружинными (ПП-67) или электромагнитными (НЭ-11) приводами. Обычно в ГПП устанавливаются КРУ2-6, а в здании вентиляторной установки - КСО-272. В последнее время освоен выпуск и получает применение малогабаритное распреустройство типа КМ-1.

Выбор типа привода вентиляторов главного проветривания зависит от конкретных условий эксплуатации. Обычно в качестве привода применяются трехфазные электродвигатели переменного тока: при мощности до 200 кВт - низковольтные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором серии АО; при мощности свыше 200 кВт - высоковольтные синхронные электродвигатели серий СД2, СДВ, СДС3 (в последнее время, наряду с синхронными, в этих случаях стали нередко применять асинхронные электродвигатели с фазным ротором серий АК, АКН2, что позволяет: в 3-4 раза уменьшить кратность пускового тока и тем самым снизить стоимость линии электропередачи и потери напряжения; обеспечить плавный разгон вентилятора с практически любым динамическим моментом инерции; уменьшить массу и стоимость как самого двигателя, так и всего комплекта электрооборудования и др.); у наиболее крупного центробежного вентилятора, применяющегося в настоящее время на шахтах угольной промышленности (ВЦД-47,5У) - двухдвигательный привод; либо два приводных асинхронных двигателя с фазным ротором, либо один синхронный (приводной) и один асинхронный с

фазным ротором (разгонный), и лишь при работе с пониженной частотой вращения (370 об/мин) этот вентилятор может иметь один приводной асинхронный двигатель с фазным ротором.

При необходимости регулирования подачи и давления вентилятора в широких пределах крупные вентиляторные установки с ВЦД-47,5А, ВЦД-31,5У, ВЦД-31,5М могут быть оборудованы регулируемым приводом - асинхронно-вентильными каскадами, обеспечивающими разгон вентиляторов с большими динамическими моментами инерции и плавное (бесступенчатое) регулирование частоты вращения в широких пределах.

До настоящего времени вентиляторные установки с ВЦД-47,5А оборудовались регулируемым двухдвигательным приводом по системе комбинированного асинхронного вентильно-машинного каскада (КАВМК) с одним асинхронным двигателем с фазным ротором и одним двигателем постоянного тока, а с ВЦД-31,5М - регулируемым однодвигательным приводом по системе асинхронного вентильно-машинного каскада (АВМК) с одним асинхронным двигателем с фазным ротором (подробнее см. [8], [2]). Аэродинамические характеристики указанных вентиляторных установок с такими приводами приведены в Приложении 1 (см. рис. 1.14 и рис. 1.17).

Для вентилятора ВЦД-47,5У в 1984 году был разработан регулируемый привод по системе асинхронного вентильного каскада (АВК), который имеет более высокие экономические показатели и позволяет обеспечить большую глубину регулирования частоты вращения. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с таким приводом приведены на рис. 1.16. В настоящее время ведется разработка аналогичных приводов и для вентилятора ВЦД-47,5А и ВЦД-31,5М.

Технические характеристики синхронных и асинхронных электродвигателей, применяемых в качестве привода шахтных вентиляторов главного проветривания, приведены в Приложении 2.

1.8. Аппаратура автоматизации

Для автоматического управления шахтными вентиляторными установками главного проветривания с различными типами вентиляторов и электроприводов, работающими в разных режимах работы, а также контроля, защиты и сигнализации Харьковским электромеханическим заводом (ХЭМЗ) выпускается унифицированное комплектное устройство автоматизации вентиляторов главного проветривания УКАВ-М.

УКАВ-М выполнено по принципу управляющего автомата с программируемой логикой функционирования. В качестве элементов комбинационной части автомата управления применены интегральные микросхемы малой и средней степени интеграции. Управление вентиляторной установкой осуществляется по микропрограммам, которые задают порядок следования управляющих сигналов в зависимости от значения поступающих сигналов.

УКАВ-М выпускается в климатических исполнениях: УХЛ (для районов с умеренным и холодным климатом) и Т (для районов с тропическим климатом), для категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69.

Все узлы, детали, элементы комплектного устройства, а также контрольно-измерительная аппаратура и др. размещены в шкафах управления (ШУ) со сборочными единицами - ячейками и субблоками втычного исполнения, с кассетами типа БУК-Б, укрепленными на поворотных рамах. Шкафы имеют защищенное исполнение, в них предусмотрено двухстороннее обслуживание; передние панели шкафов застеклены для возможности визуального наблюдения за светодиодами на лицевых панелях кассет; вся аппаратура, вынесенная на передние панели шкафов, снабжена табличками с расшифровкой ее функционального назначения.

Всего заводом для комплектации УКАВ-М выпускается 7 различных, шкафов управления (ШУ1 –ШУ6 и ШУ8), а также один пульт оператора (ШУ7), имеющих разное назначение.

ШУ1 предназначен для управления вентиляторными агрегатами. Он управляет механизмами одного из агрегатов: направляющими аппаратами (у центробежных вентиляторов), спрямляющими аппаратами и тормозом (у осевых вентиляторов), маслососами, масляным выключателем (у реверсивных осевых вентиляторов двумя выключателями - при нормальной и реверсивной работе).

ШУ2 также предназначен для управления вентиляторным агрегатом. В него поступают сигналы от конечных выключателей, перечисленных выше механизмов а также всех ляд, от датчиков давления и протока масла, станции высоковольтных распреустройств. Кроме того, на шкаф ШУ2 поступают сигналы о температуре подшипников вентилятора и двигателя, обмоток двигателя, подаче и давлении вентилятора, а также команды управления с пульта диспетчера. В ШУ2 имеется блок микропрограммного аппарата, в который закладывается микропрограмма управления, предназначенная для данной вентиляторной установки с определенной технологической схемой.

ШУЗ, ШУ4 и ШУ8 предназначены для управления вспомогательными приводами вентиляторной установки.

ШУЗ осуществляет распределение энергии напряжением 380В по всем ШУ и управляет электродвигателями вентиляторов проветривания машзала.

ШУ4 предназначен для управления тремя электродвигателями лебедок ляд или мотор-редукторов.

ШУ8 также предназначен для управления электродвигателями лебедок ляд или мотор-редукторов, но уже в количестве шести, поэтому при числе лебедок в установке больше трех следует принимать вместо ШУ4 ШУ8.

ШУ5 предназначен для управления роторной цепью синхронного электродвигателя и служит для подачи питания на тиристорное возбуждающее устройство, для чего на нем имеется выключатель, в нем же находятся реле контроля мощности и реле частоты.

ШУ6 предназначен для управления роторной цепью асинхронного электродвигателя с фазным ротором и включает в себя контакторы для переключения пусковых роторных сопротивлений и реле времени, служащее для выработки сигналов о временных интервалах по переключению с одной ступени ускорения на следующую.

Пульт управления оператора ШУ7 обеспечивает управление вентиляторной установкой из диспетчерского пункта и связан с ней при помощи контрольного кабеля. На пульт выдаются световые сигналы о положении ляд, о включении либо отключении вентиляторного агрегата, об аварийном отключении вентиляторного агрегата, предупреждение об отклонении от нормального режима работы и др.

Габариты всех шкафов ШУ1-ШУ6 и ШУ8 одинаковы: высота 2300 мм, ширина и длина 800 мм; пульт ШУ7 имеет соответственно: 900 мм, 800 мм и 700 мм; масса шкафов - не более 500 кг, а пульта управления - не более 100 кг.

На вентиляторную установку из двух вентиляторов заказываются два полукомплекта шкафов: один со шкафами управления вспомогательными приводами и пультом управления, а второй - без этих шкафов и пульта. Тип и количество шкафов в полукомплектах зависят от вида привода и числа двигателей лебедок или мотор-редукторов (см. таблицу Ш.1 в Приложении Ш).

УКАВ-М позволяет выполнять следующие виды управления:
автоматизированное - рабочее управление с пульта дистанционного управления из

помещения диспетчерского пункта;

автоматизированное - резервное управление из помещения вентиляторной установки со шкафов управления установкой;

ремонтно-наладочное - местное управление (индивидуальными кнопками) со шкафов управления вентиляторным агрегатом и вспомогательными приводами или с места установки механизмов вентиляторной установки.

Выбор вида управления производится из здания вентиляторной установки.

Кроме того, комплектное устройство управления обеспечивает: автоматический повторный пуск вентилятора при отключении его во время кратковременного (до 9 с) исчезновения или глубокого падения напряжения; возможность автоматического включения резервного вентиляторного агрегата при аварийном отключении работавшего; автоматическое включение резервного ввода низкого напряжения; возможность осуществления телемеханического управления вентиляторной установкой при условии комплектации ее соответствующей аппаратурой телемеханического управления.

УКАВ-М предусматривает блокировки, обеспечивающие невозможность: одновременной работы двух вентиляторов; повторного или самопроизвольного включения вентилятора после оперативного или аварийного его отключения без новой команды на пуск и устранения причин аварийного отключения; включения вентилятора после нарушения пускового режима; включения привода вентилятора до установки ляд в положение, соответствующее выбранному режиму работы; перестановки ляд до установки лопаток направляющего или спрямляющих аппаратов в положение, соответствующее выбранному режиму работы; включения приводов лебедок ляд или мотор-редукторов дверей при работающем вентиляторе; включения двигателя вентилятор, в обратную сторону вращения до полной его остановки; выполнения программы пуска при расторможенном вентиляторе; пуска приводного двигателя, при заторможенном вентиляторе.

Унифицированное комплектное устройство автоматизации обеспечивает защиту от аварийных режимов, отключая двигатель вентилятора в случаях: асинхронного режима синхронного двигателя; генераторного режима синхронного двигателя при исчезновении питающего напряжения; затянувшегося пуска; коротких замыканий и перегрузок; замыкания на землю; перегрева подшипника вентилятора или двигателя; наложения тормоза во время работы вентилятора; отсутствия движения и давления масла в системе смазки. Максимальная защита и защита от перегрузки шкафов управления и двигателей вспомогательных приводов

осуществляется автоматическими выключателями, нулевая - удерживающими катушками включающих аппаратов.

В УКАВ-М предусмотрены следующие виды контроля: контроль по времени всех команд пуска; контроль и регистрация подачи и давления вентилятора с сигнализацией об отклонении фактических значений от верхнего и нижнего установленных значений; контроль температуры подшипников вентилятора и двигателя; контроль положения лопаток направляющих или спрямляющих аппаратов; контроль положения тормоза; контроль положения ляд и дверей; контроль наличия напряжения питания; контроль высокого напряжения (6000 В); контроль напряжения питания (380 В); контроль тока статора; контроль остановки вентилятора; контроль неисправности магнитных выключателей.

Описанная выше аппаратура автоматизации заложена уже и закладывается проекты шахтных вентиляторных установок с В0Д-21М, В0Д-30М, ВЦ-31,5М, ВЦД-31,5М, оборудованных нерегулируемым приводом. В настоящее время ведутся проектные и конструкторские работы по дальнейшему ее совершенствованию и использованию в других вентиляторных установках.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

2.1. Определение потребных подачи и давления вентиляторной установки

Результаты определения θ_i или n_i и $\eta_{sv,yi}$ заносятся в таблицу:

Период или участок эксплуатации	1'	1''	2'	2''	n'	n''
$Q, м^3 / с$							
$p_{sv,y}, Па$							
$\eta_{sv,y}$							
$\theta, град$							
$n, об / мин$							
$N, кВт$							
Число лет работы на данном участке, t							

Примечание. Значения N заносятся в таблицу позже (после вычисления их по формуле (4)).

При упрощенном расчете вентиляторной установки на аэродинамическую характеристику выбранного вентилятора наносятся¹ точки с координатами Q , $p_{sv_{y\min}}$ и Q , $p_{sv_{y\max}}$ и описанным выше методом находятся значения η'_{sv_y} и η''_{sv_y} , θ' и θ'' или n' и n'' .

В том случае, если, кроме регулирования режима работы вентиляторной установки изменением угла установки лопаток, при выборе вентилятора и способа его регулирования было предусмотрено грубое (ступенчатое) регулирование изменением частоты вращения ротора центробежного вентилятора путем замены его двигателя либо снятием половины лопаток на втором рабочем колесе осевого вентилятора, то определение θ_i и $\eta_{sv_{yi}}$ нужно произвести в каждой зоне промышленного использования вентилятора и, кроме найденных значений θ_i и $\eta_{sv_{yi}}$, необходимо найти еще θ'_{np} и θ''_{np} и $\eta'_{sv_{y,np}}$ и $\eta''_{sv_{y,np}}$, где θ'_{np} и $\eta'_{sv_{y,np}}$ – угол установки лопаток и статический к.п.д., соответствующие Q_i и $p_{sv_{y,np}}$ при пониженной частоте вращения или при уменьшенном числе лопаток; θ''_{np} и $\eta''_{sv_{y,np}}$ – угол установки лопаток и статический к.п.д., соответствующие Q_i и $p_{sv_{y,np}}$ при нормальной частоте вращения или при нормальном числе лопаток; $p_{sv_{y,np}}$ – промежуточное статическое давление, значение которого определяется ординатой точки пересечения верхней границы зоны промышленного использования при пониженной частоте вращения или уменьшенном числе лопаток рабочего колеса, с вертикальным отрезком, соединяющем точки с координатами $Q_i, p'_{sv_{yi}}$ и $Q_i, p''_{sv_{yi}}$, которые соответствуют подаче и давлению в начале и конце данного периода эксплуатации установки и расположены в разных зонах промышленного использования.

2.4 Определение резерва подачи вентилятора

Для определения резерва подачи выбранного вентилятора в наиболее

¹ См. сноску ⁸

трудный период проветривания шахты необходимо на его аэродинамические характеристики нанести характеристику вентиляционной сети шахты при минимальном эквивалентном отверстии – квадратичную параболу с вершиной в начале координат, проходящую через точку с координатами $(Q_{\max}, p_{sv_{y\max}})$. Абсцисса точки пересечения этой кривой с верхней или правой границей зоны промышленного использования вентилятора показывает значение максимально возможной подачи вентилятора $Q_{\max}^{\text{рез}}$ в наиболее трудный период проветривания шахты. Резерв же подачи вентилятора может быть вычислен по формуле:

$$\Delta Q = \left(\frac{Q_{\max}^{\text{рез}}}{Q_{\max}} - 1 \right) \cdot 100\% . \quad (3)$$

При упрощенном расчете вентиляторной установки вместо Q_{\max} принимается значение Q .

2.5 Определение мощности вентилятора

Мощность вентилятора может быть вычислена по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot p_{sv_y}}{1000 \cdot \eta_{sv_y}} . \quad (4)$$

Для более точного вычисления среднего расхода электроэнергии на проветривание необходимо определить мощность в начале и конце каждого периода эксплуатации установки (а если периоды были разбиты еще на участки, то в начале и конце каждого участка), поэтому в формулу (4) следует последовательно подставлять из приведенной выше таблицы значения Q , p_{sv_y} , η_{sv_y} в начале и конце каждого участка, а вычисленные значения $N'_1, N''_1, N'_2, N''_2 \dots N'_n, N''_n$ занести в предпоследнюю строку таблицы.

При упрощенном расчете вентиляторной установки в формулу (4) подставляют значения Q , $p_{sv_{ymin}}$, η'_{sv_y} и Q , $p_{sv_{ymax}}$, η''_{sv_y} и вычисляются соответственно мощности вентилятора N_{min} и N_{max} .

В том случае, если для увеличения глубины экономичного регулирования в процессе эксплуатации установки производится замена приводящего двигателя центрального вентилятора или снятия половины лопаток на втором рабочем колесе осевого вентилятора, то необходимо дополнительно вычислить еще N'_{np} и N''_{np} .

2.6 Определение среднегодового расхода электроэнергии на проветривание

В общем случае среднегодовой расход электроэнергии на проветривание шахты может быть подсчитан по формуле:

$$E = \left(\frac{N'_1 + N''_1}{2} \cdot t_1 + \frac{N'_2 + N''_2}{2} \cdot t_2 + \dots + \frac{N'_i + N'_{np}}{2} \cdot t'_{np} + \frac{N''_i + N''_{np}}{2} \cdot t''_{np} + \dots + \frac{N'_n + N''_n}{2} \cdot t_n \right) \cdot \frac{24 \cdot 365}{T \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{сети}}, \quad (5)$$

где N'_i и N''_i – мощности в начале и конце участка эксплуатации установки, расположенных в разных зонах промышленного использования;

$t_1, t_2 \dots t_n$ – число лет эксплуатации установки на отдельных участках;

t'_{np} и t''_{np} – число лет эксплуатации на переходном участке соответственно при пониженной частоте вращения или уменьшенном числе лопаток (t'_{np}) и при нормальной частоте вращения или нормальном числе лопаток (t''_{np});

T – общее число лет эксплуатации установки;

$\eta_{дв}$ – к.п.д. приводящего электродвигателя;

$\eta_{сети}$ – к.п.д. электрической сети (может быть принят равным 0,95-0,98 в зависимости от удаленности вентиляторной установки от центральной поверхностной подстанции).

При упрощенном расчете вентиляторной установки среднегодовой расход электроэнергии на проветривание может быть подсчитан по формуле:

$$E = \left(\frac{N_{\min} + N'_{\text{пр}}}{2} \cdot t' + \frac{N''_{\text{пр}} + N_{\max}}{2} \cdot t'' \right) \cdot \frac{24 \cdot 365}{T \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{сети}}}, \quad (6)$$

где t' и t'' – число лет эксплуатации установки соответственно при пониженной частоте вращения или уменьшенном числе лопаток (t') и при нормальной частоте вращения или нормальном числе лопаток (t'').

Примечание. При отсутствии расчетного графика изменения потребных подачи и статического давления вентилятора во времени, можно ориентировочно принять, что изменение депрессии шахты, а в следовательно, и потребного давления от $p_{sv_{y\min}}$ до $p_{sv_{y\max}}$ происходит по линейному закону. Тогда определение t' и t'' производят графически следующим образом: откладывают в масштабе на оси абсцисс T (либо в годах, если они известны, либо условно принимают весь период эксплуатации установки за единицу и откладывают какое-либо круглое значение, например, 100 мм); из начальной и конечной точки этого отрезка восстанавливают перпендикуляры, откладывают на них в масштабе значения статистических давления (слева $p_{sv_{y\min}}$, справа $p_{sv_{y\max}}$) и соединяют концы вертикальных отрезков наклонной прямой линией, которая и представит ориентировочно график изменения и потребного статического давления во времени; на оси ординат откладывают в принятом масштабе значение $p_{sv_{y,нр}}$ и проводят горизонтальную линию до пересечения с наклонной линией; точку пересечения этой горизонтали с наклонной линией проектируют на ось абсцисс (на линию T) и получают точку K ; отрезок, лежащий левее точки K , дает в принятом для T масштабе (годах или долях от 1) t' , а правее точки K – t'' .

В том случае, если все расчетные режимы работы вентиляторной установки находятся в одной зоне промышленного использования вентилятора, то при вычислении E из формулы (5) необходимо исключить два члена, содержащие $N_{нр}$ и $t_{нр}$, а при упрощенном расчете вентиляторной установки посчитывать E по формуле:

$$E = \frac{N_{\min} + N_{\max}}{2\eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{сети}}} \cdot 24 \cdot 365 \quad (6)$$

2.7 Выбор электрооборудования, аппаратуры автоматизации, вспомогательных устройств и др.

Выбор электрооборудования, аппаратуры автоматизации, вспомогательных устройств и др. производится в зависимости от принятого типоразмера вентилятора в соответствии с рекомендациями и справочными материалами, приведенными в разделе I и приложениях II, III.

Список литературы

1. Дулин В.С. Конструкции, технические и аэродинамические характеристики шахтных вентиляторов. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания и их оборудование. - В кн.: Горное дело: Энциклопедический справочник, т. 8, - М.: Госгортехиздат, 1960. - с. 240-287.
2. Дулин В.С. Основы проектирования шахтных вентиляторных установок главного проветривания. - Донецк: ДПИ, 1975. - 63 с.
3. Ковалевская В.Й., Спивак В.А., Фальков Б.С. Эксплуатация шахтных вентиляторов. - М.: Недра, 1983. - 333 с.
4. Правила безопасности в угольных шахтах. - Донецк. : утв приказом Министерства угля и энергетики ДНР №36/208 от 18.01.2016г. - 217 с.
5. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. - М.: Недра, 1975. - 238 с.
6. Руководство по ревизии и наладке главных вентиляторных шахт/ А.С. Гофман и др. - М.: Недра, 1981. - 336 с.
7. Руководство по техническому обслуживанию и ремонт^у шахтных вентиляторных установок главного вентилирования. - У.: Недра, 1983. - 1 х.

8. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания: Справочник/ Г.А. Бабак и др. - М.: Недра, 1982. - 296 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

ЗОНЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ

На аэродинамических характеристиках шахтных осевых вентиляторов (рис. I.4-I.9) сплошными линиями приведены кривые давления при нормальной работе вентиляторов, а пунктирными линиями - при реверсировании

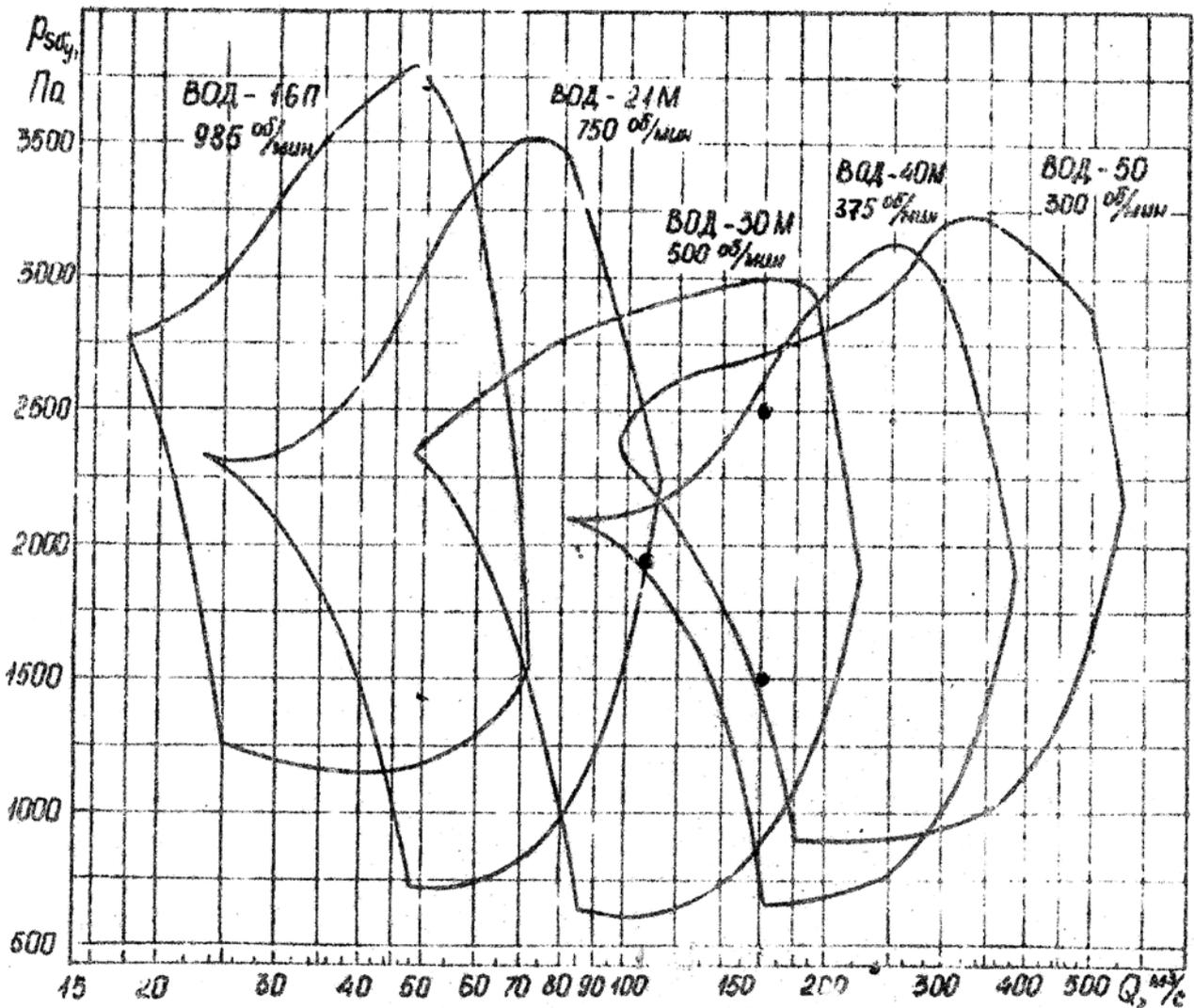


Рис. I.1. Сводный график зон промышленного использования шахтных осевых вентиляторов, регулируемых изменением θ_k

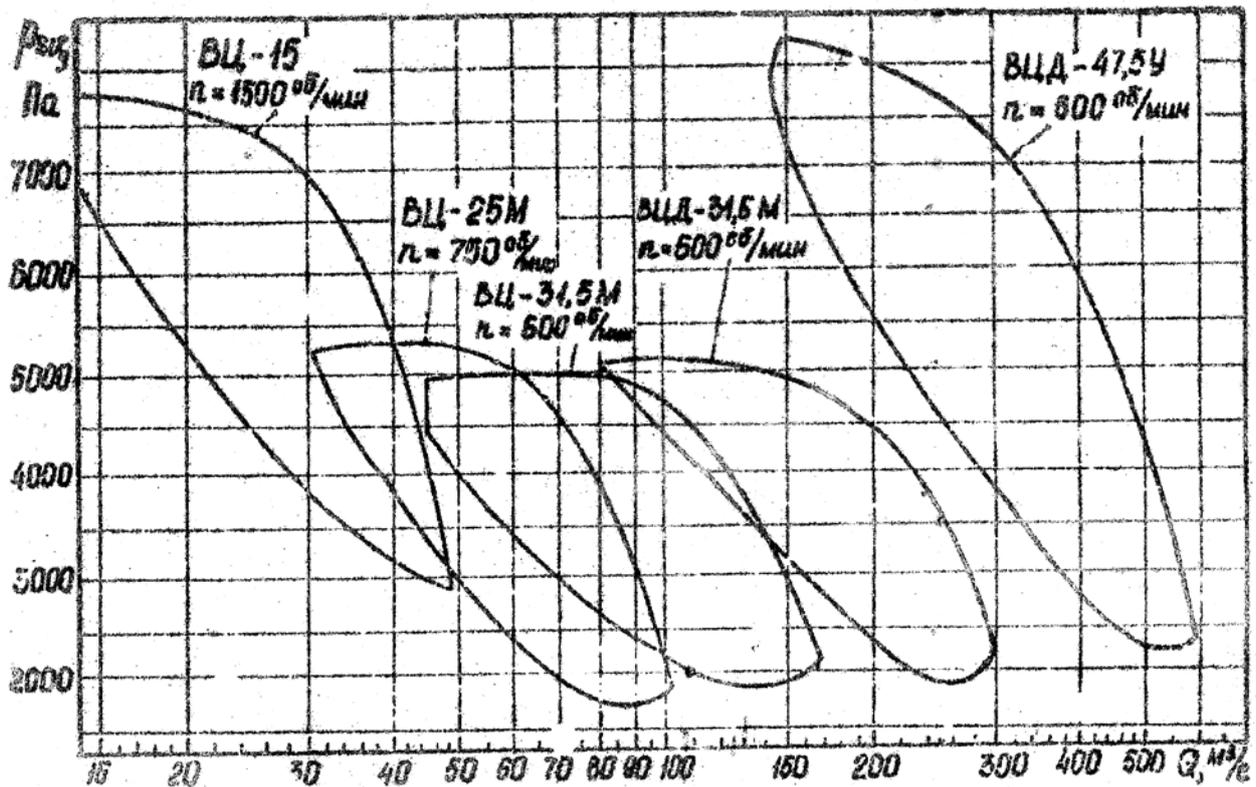


Рис. I. 2. Сводный график зон промышленного использования шахтных центробежных вентиляторов, регулируемых изменением θ

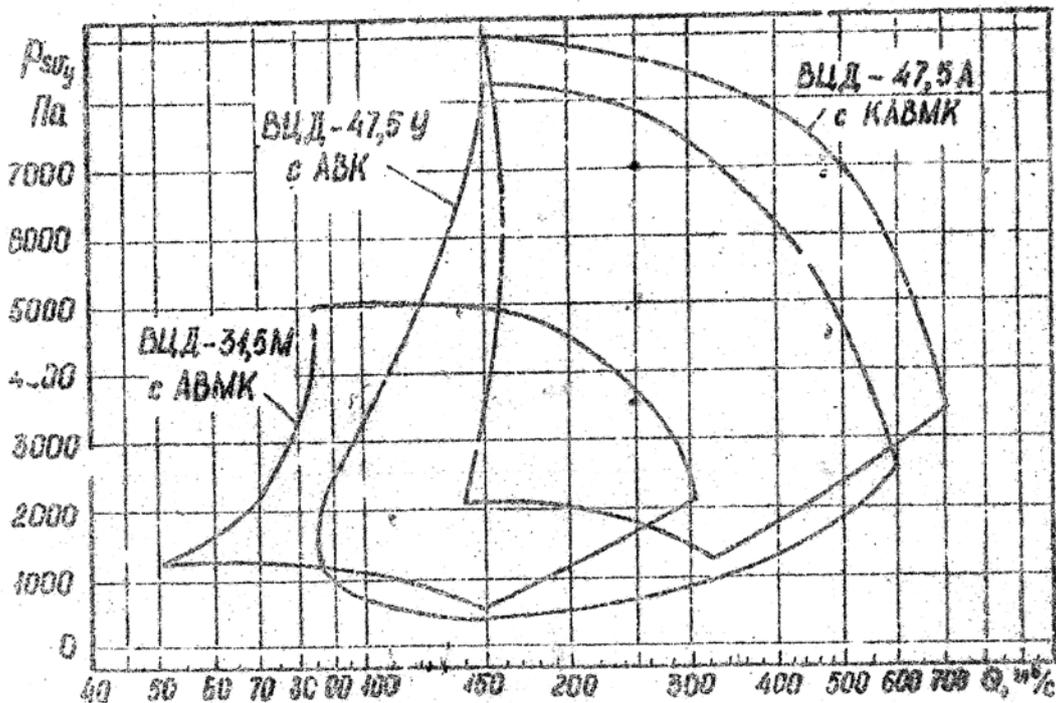


Рис. I. 3. Сводный график зон промышленного использования шахтных центробежных вентиляторов, регулируемых изменением n с помощью регулируемого электропривода

Таблица I.1

Техническая характеристика шахтных осевых вентиляторов главного проветривания,
регулируемых поворотом лопаток рабочих колес

Типоразмер вентилятора	ВОД-16П	ВОД-18	ВОД-21М	ВОД-30М	ВОД-40М	ВОД-50	
Диаметр рабочего колеса, мм	1600	1800	2100	3000	4000	5000	
Частота вращения, об/мин	985	1000	750	500	600	375	
Окружная скорость, м/с	82,5	94,2	82,5	78,5	94,2	78,5	
Диапазон в зоне промышленного использования	подачи, м ³ /с	17-72	22-100	22-112	48-225	57,5-270	83-383
	статического	1150-	920-	700-	610-	880-	650-
	давления, Па	3800	4500	3500	3000	4320	3130
Максимальный статический к.п.д. установки	0,80	0,81	0,81	0,80	0,81	0,815	
Основные размеры	длина, мм	8740	9050	12900	13370	24800	28350
	ширина, мм	2675	2300	3210	4300	5700	7200
	высота, мм	2675	2300	3210	4300	5700	7200
Масса вентилятора, кг	9000	11000	11350	29000	41000	74000	

Примечание. Вентиляторы ВОД-18 и ВОД-30М с частотой вращения 500 об/мин в соответствии с ГОСТ 11034-84 допускаются к применению только для замены действующих.

Таблица I.2

Техническая характеристика шахтных центробежных вентиляторов главного проветривания,
регулируемых поворотом лопаток направляющих аппаратов

Типоразмер вентилятора	ВЦ-15	ВЦ-25М	ВЦ-31,5М	ВЦД-31,5М	ВЦД-47,5У	ВЦД-47,5А	
Диаметр рабочего колеса, мм	1500	2500	3200	3200	4700	4700	
Частота вращения, об/мин	1450	750	600	600	500	490	
Окружная скорость, м/с	114	93,1	100,5	100,5	123,5	121	
Диапазон в зоне промышленного	подачи, м ³ /с	12-48	10-105	45-136	75-300	140-590	90-710
	статического	2800-	1650-	1850-	1900-	2300-	1300-
	давления, Па	7500	5300	5000	5200	8300	9100
Максимальный статический к.п.д. установки	0,87	0,86	0,84	0,84	0,85	0,865	
Основные размеры	длина, мм	5100	4900	5870	8620	13070	13070
	ширина, мм	2890	4000	5470	5470	9120	8170
	высота, мм	2915	3500	4880	4880	6740	7390
Масса вентилятора, кг	6300	9500	18900	32000	83500	85000	

Примечание. Вентилятор ВЦД-47,5А имеет только регулируемый гризод.

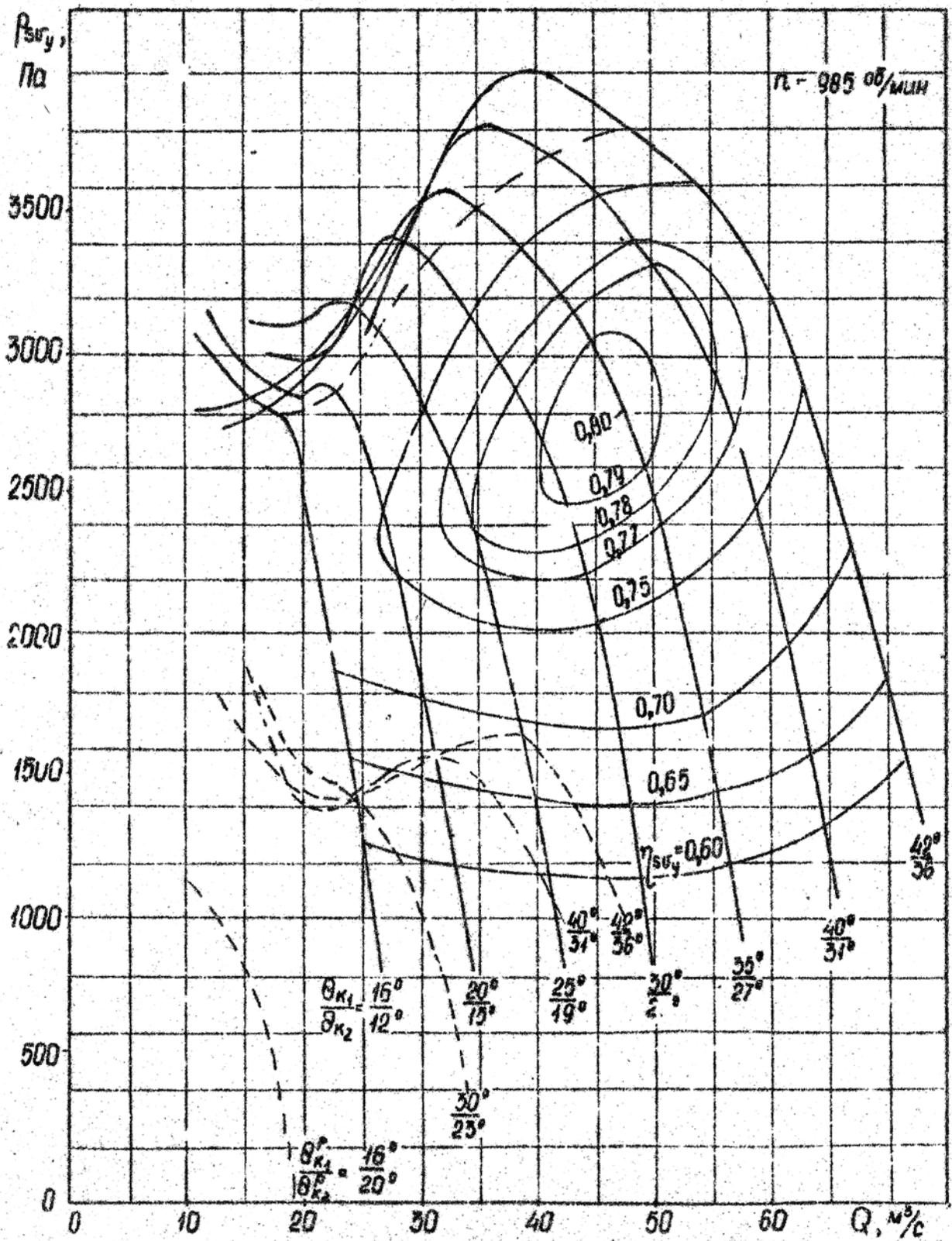


Рис. I. 4. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВД-16П при регулировании изменением θ_k

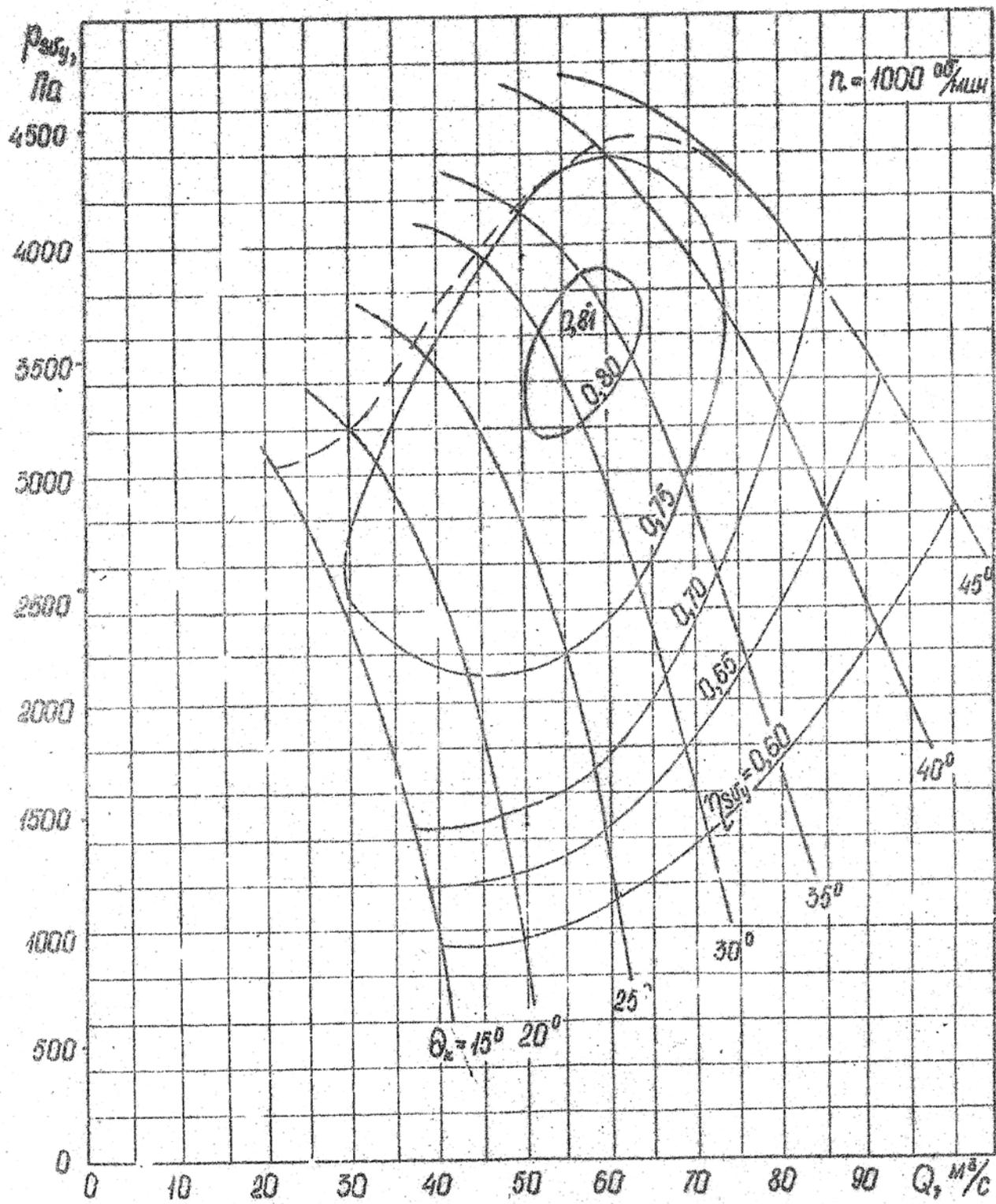


Рис. I.5. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВОД - 18 при регулировании изменением θ_k .

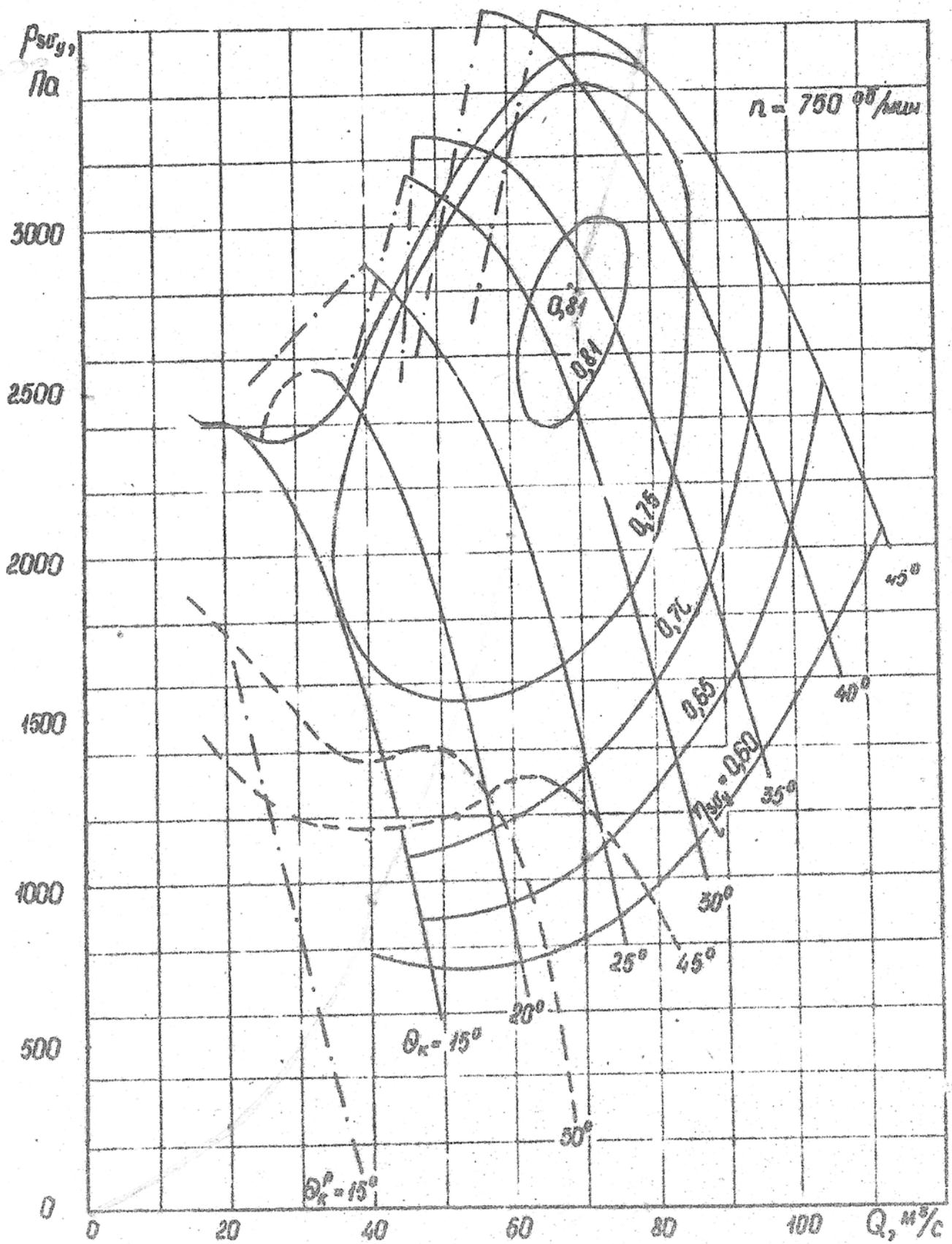


Рис. 1.6 Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВДД-21М при регулировании изменением θ_k

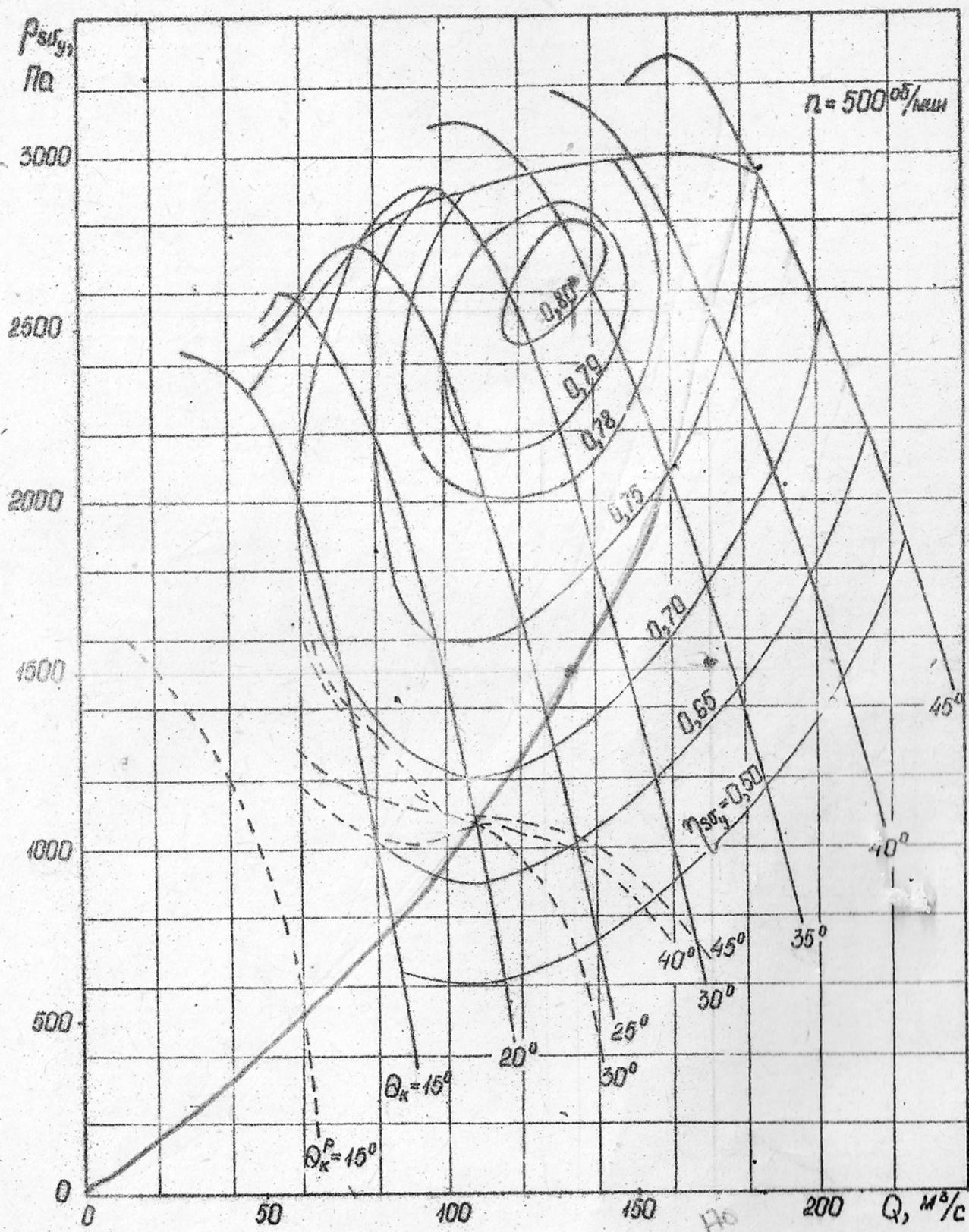


Рис. I. 7. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВВД - 30 М при регулировании изменением θ_k

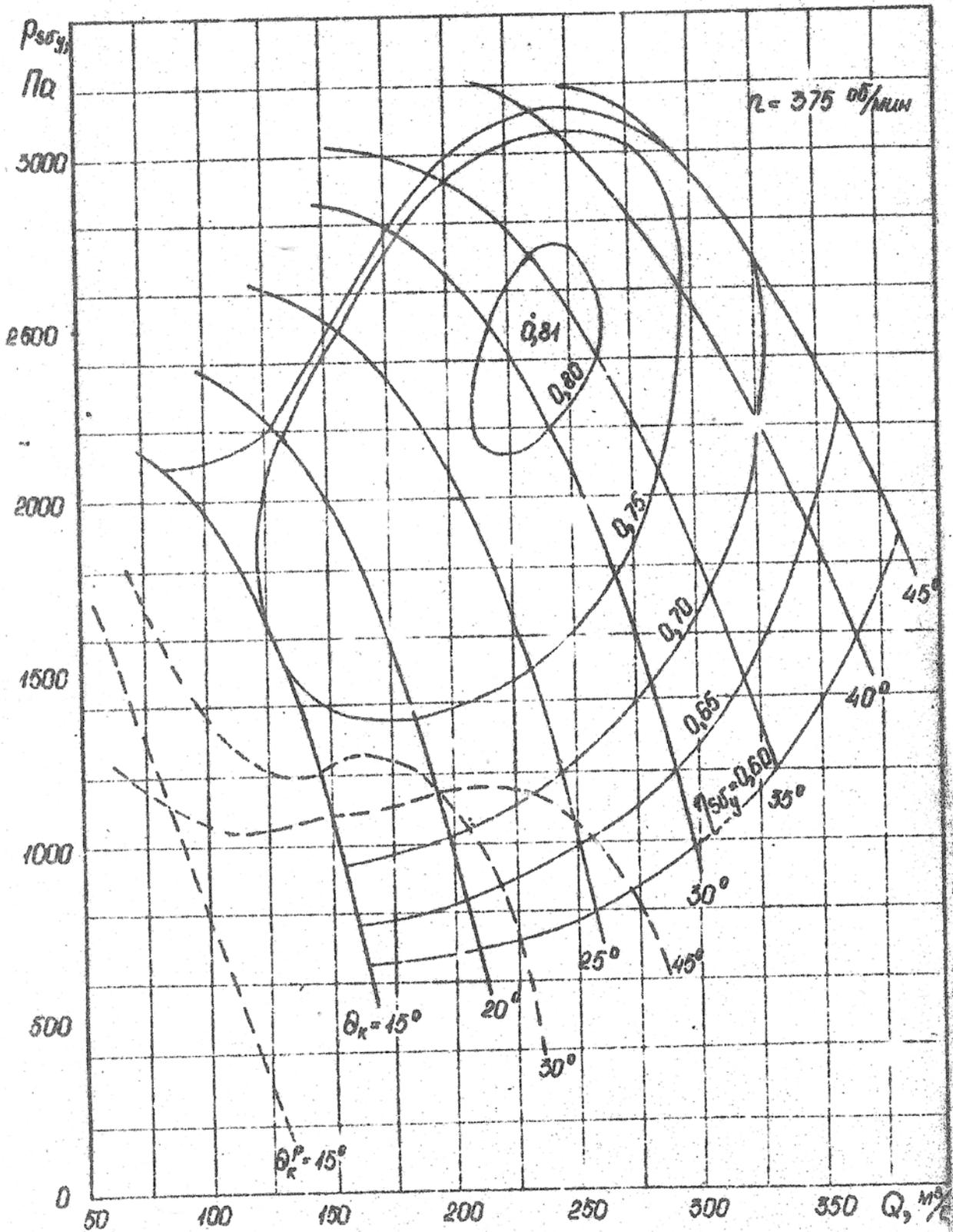


Рис. I. В. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВДЛ-40М при регулировании изменением θ_k

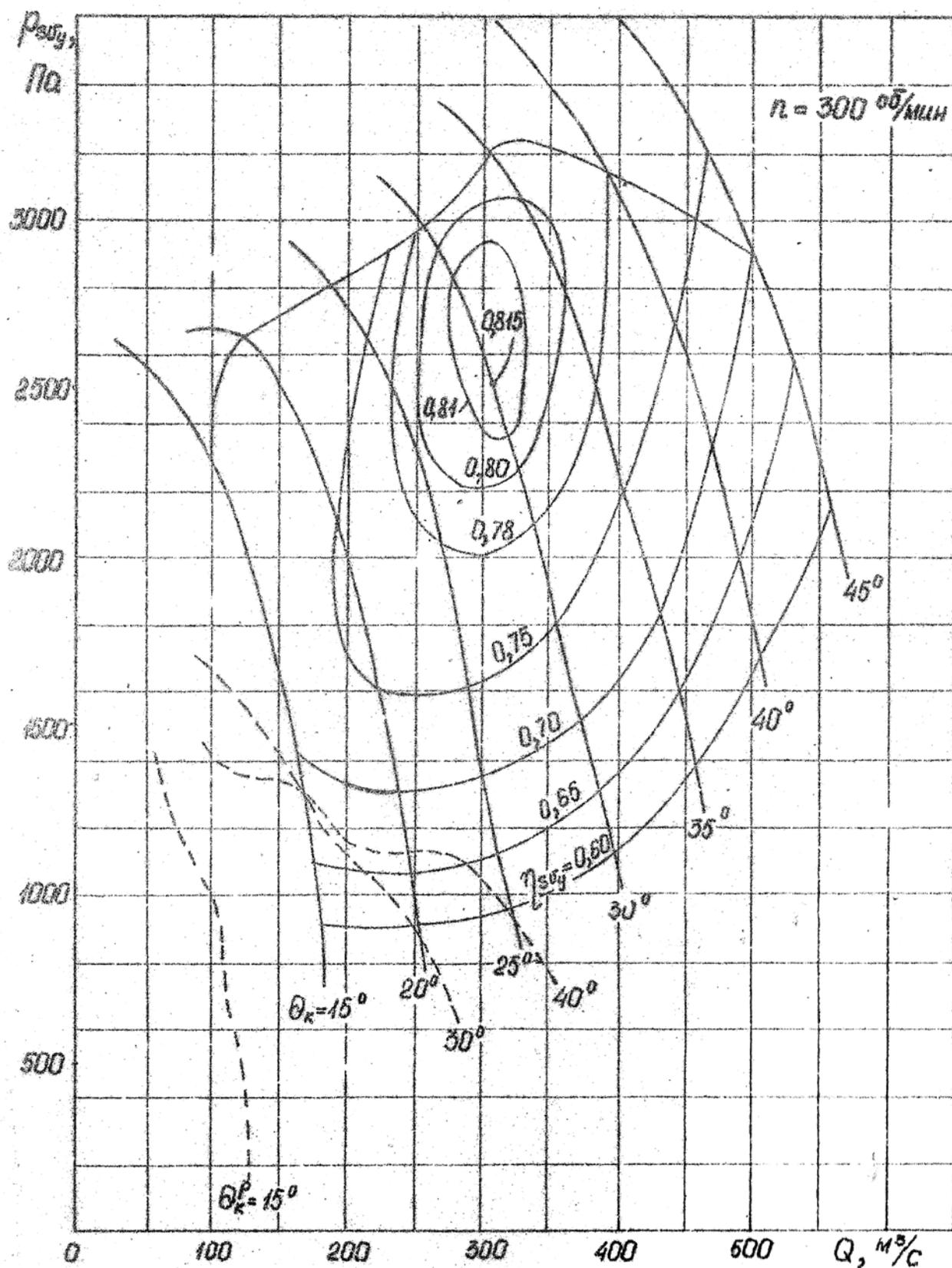


Рис. I.9. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВВД-50 при регулировании изменением θ_k

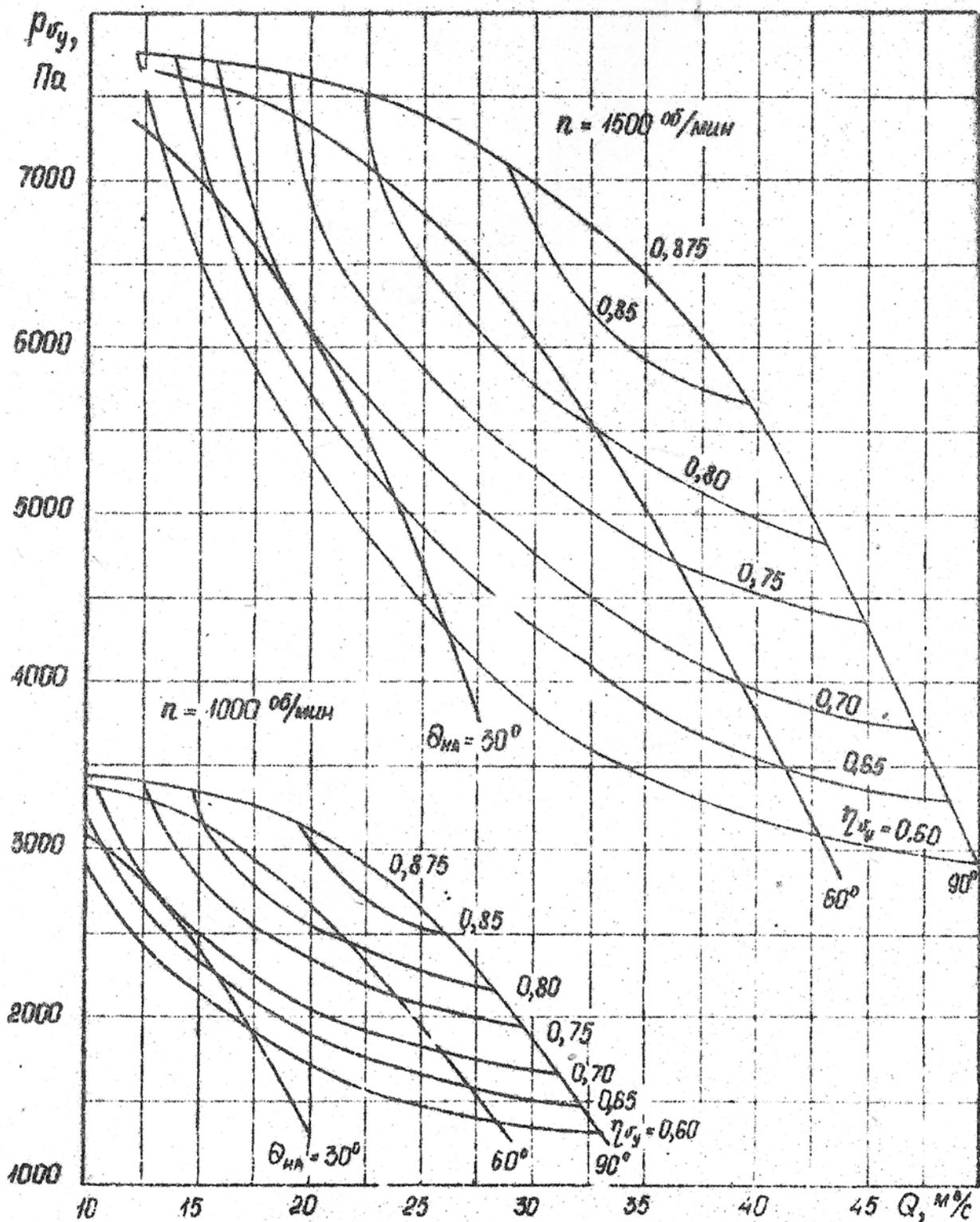


Рис. I. 10. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВЦ-15 при регулировании изменением θ_{HA}

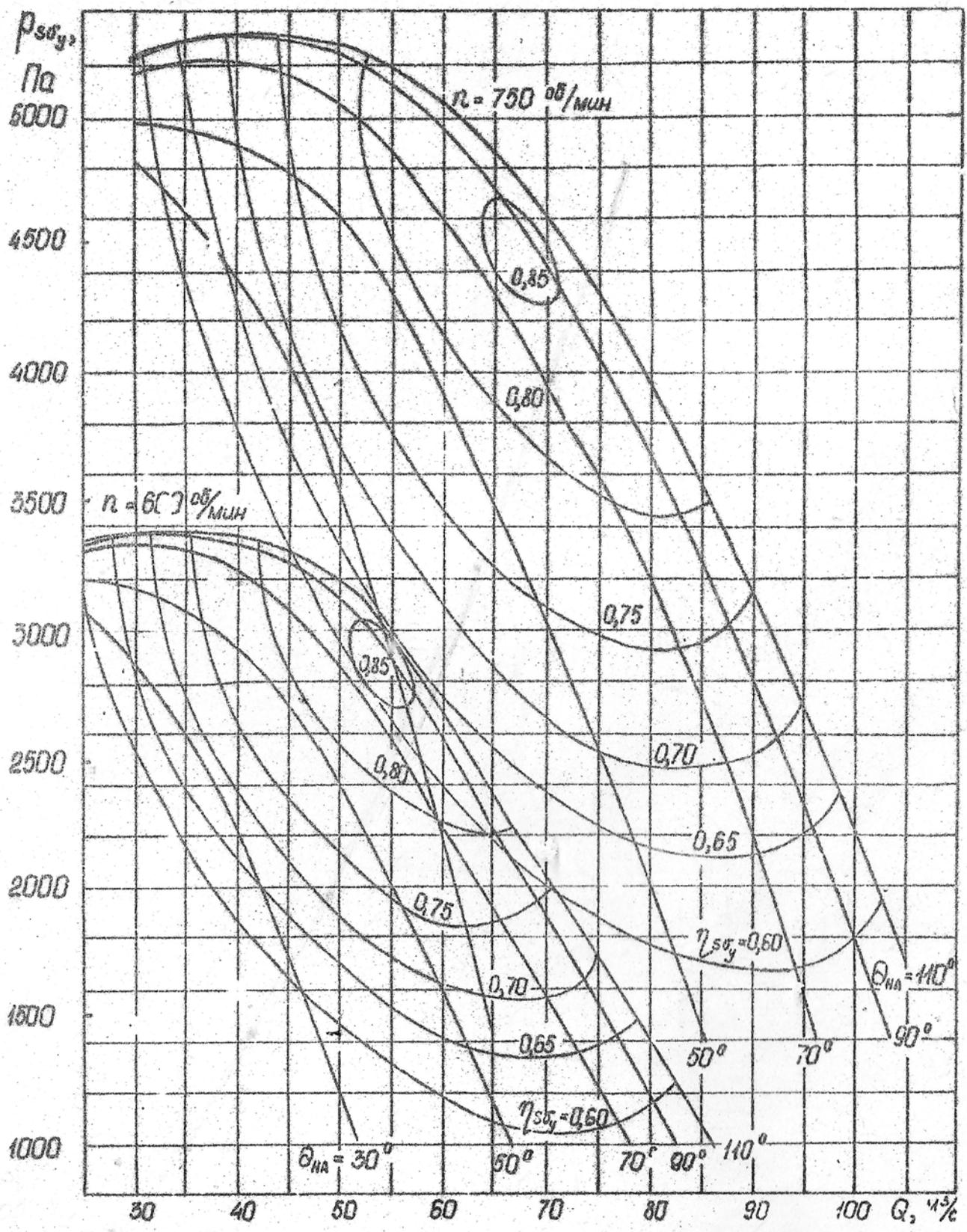


Рис. I.11. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВЦ - 25 М при регулировании изменением $\theta_{на}$

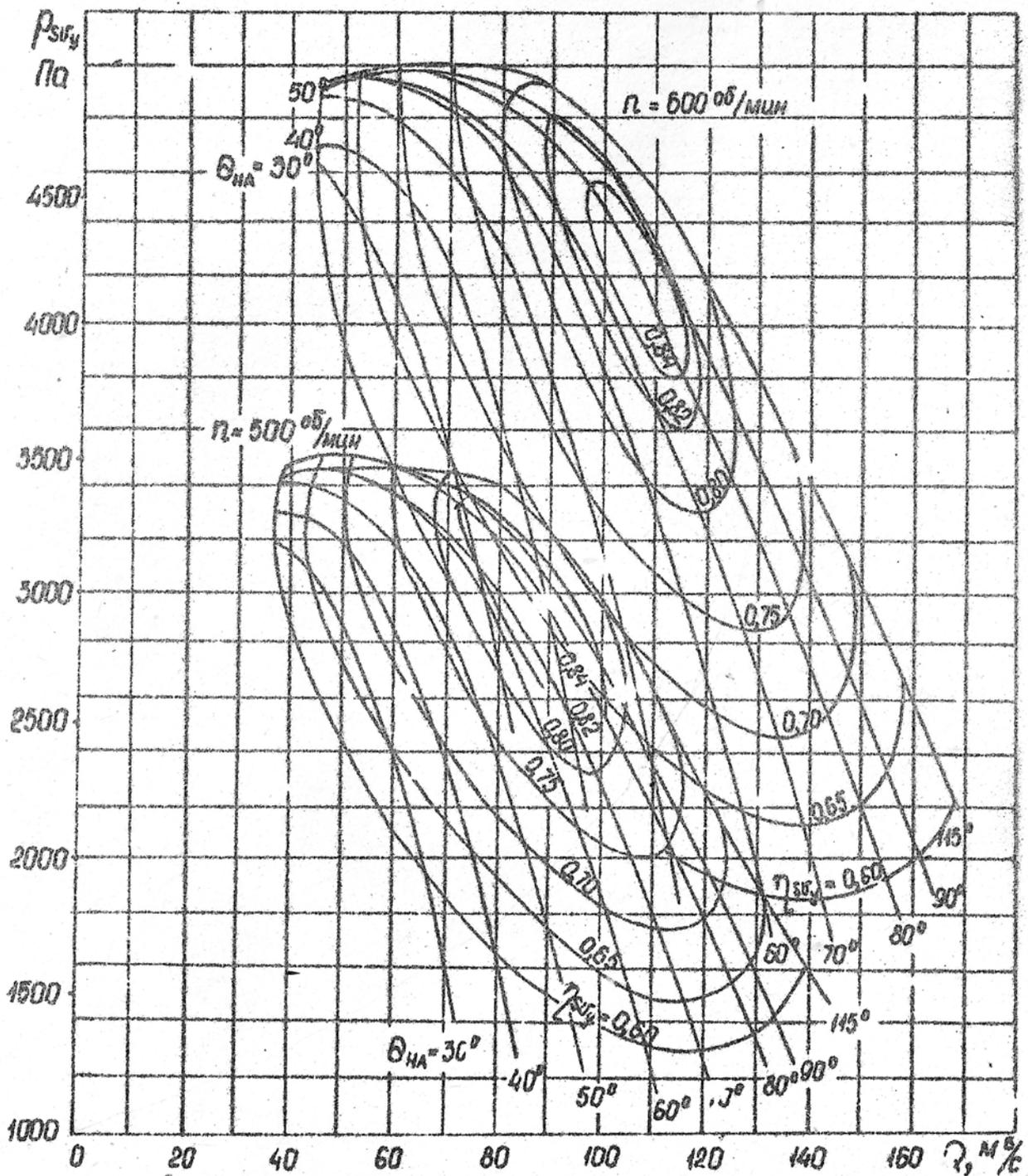


Рис. I.12. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВЦ - 31,5М при регулировании изменением $\theta_{НА}$

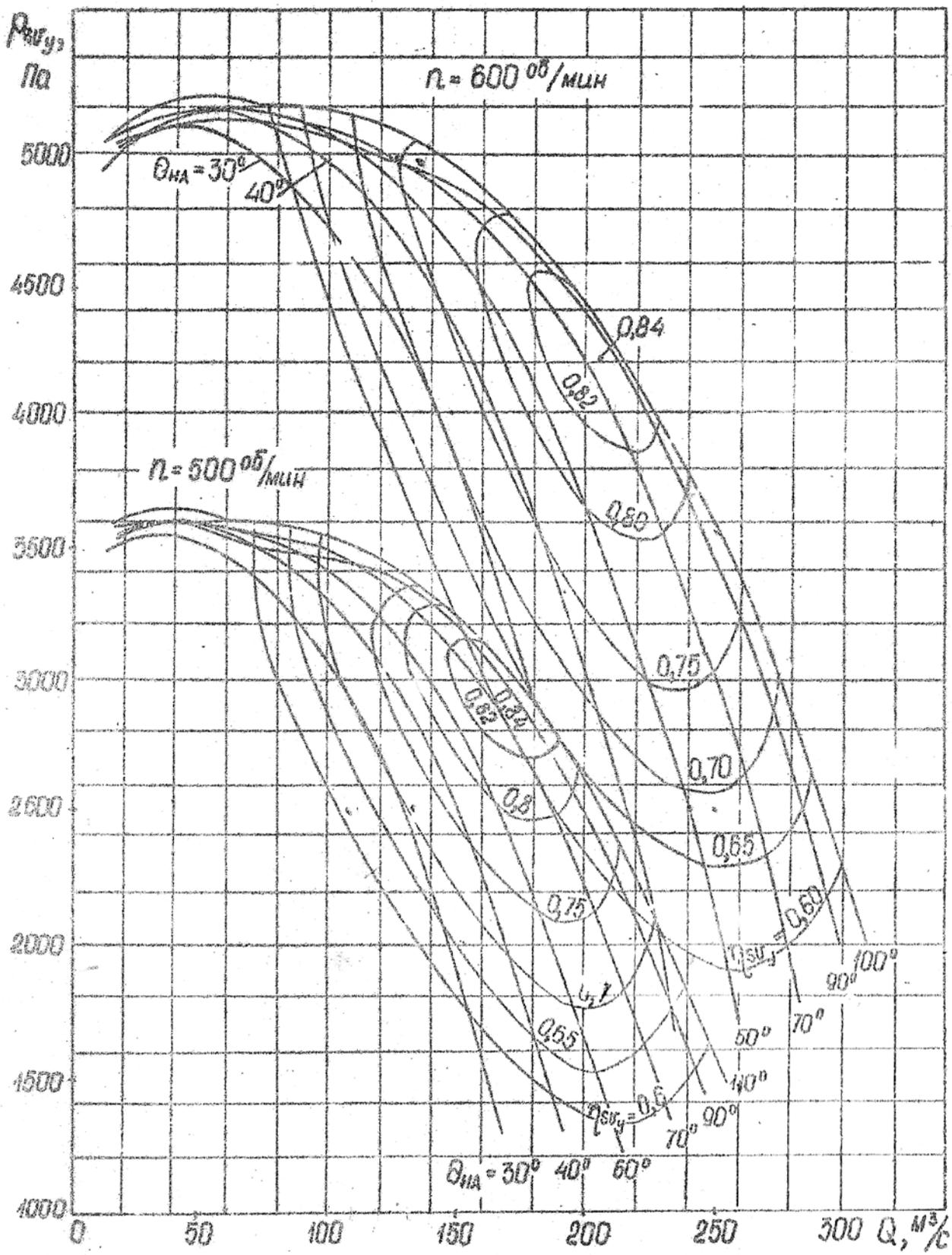


Рис. I.13. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВЦД - 3,1,5 М при регулировании изменением $\theta_{на}$

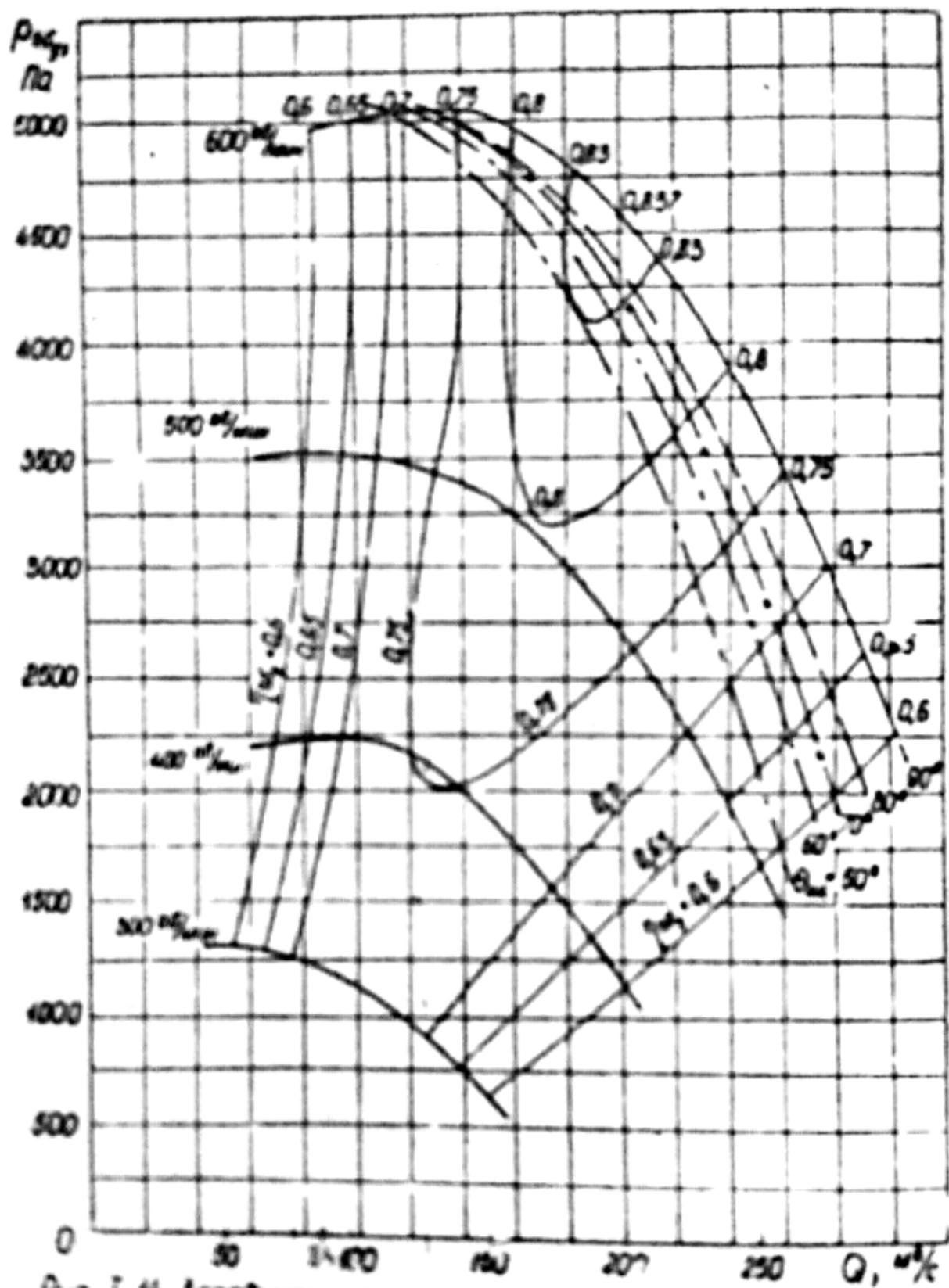


Рис. 7.14. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВЦД - 94,5 М при регулировании изменений P_c с помощью регулируемого привода по системе АВМК

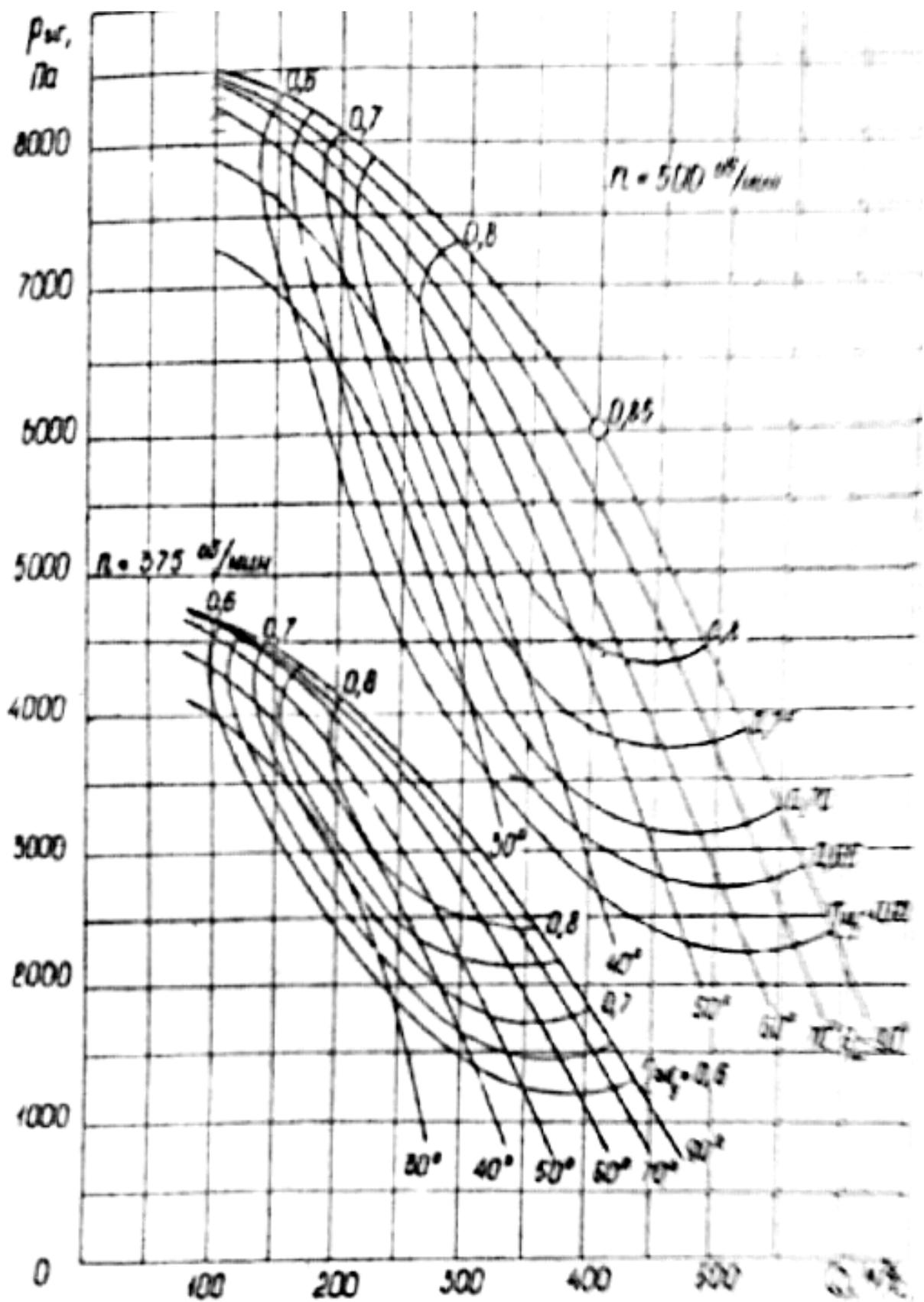


Рис. I. 45. Аэродинамические характеристики вентиляторов установки с ВЦД-47,5 У при регулируемом изменением $\theta_{\text{вн}}$

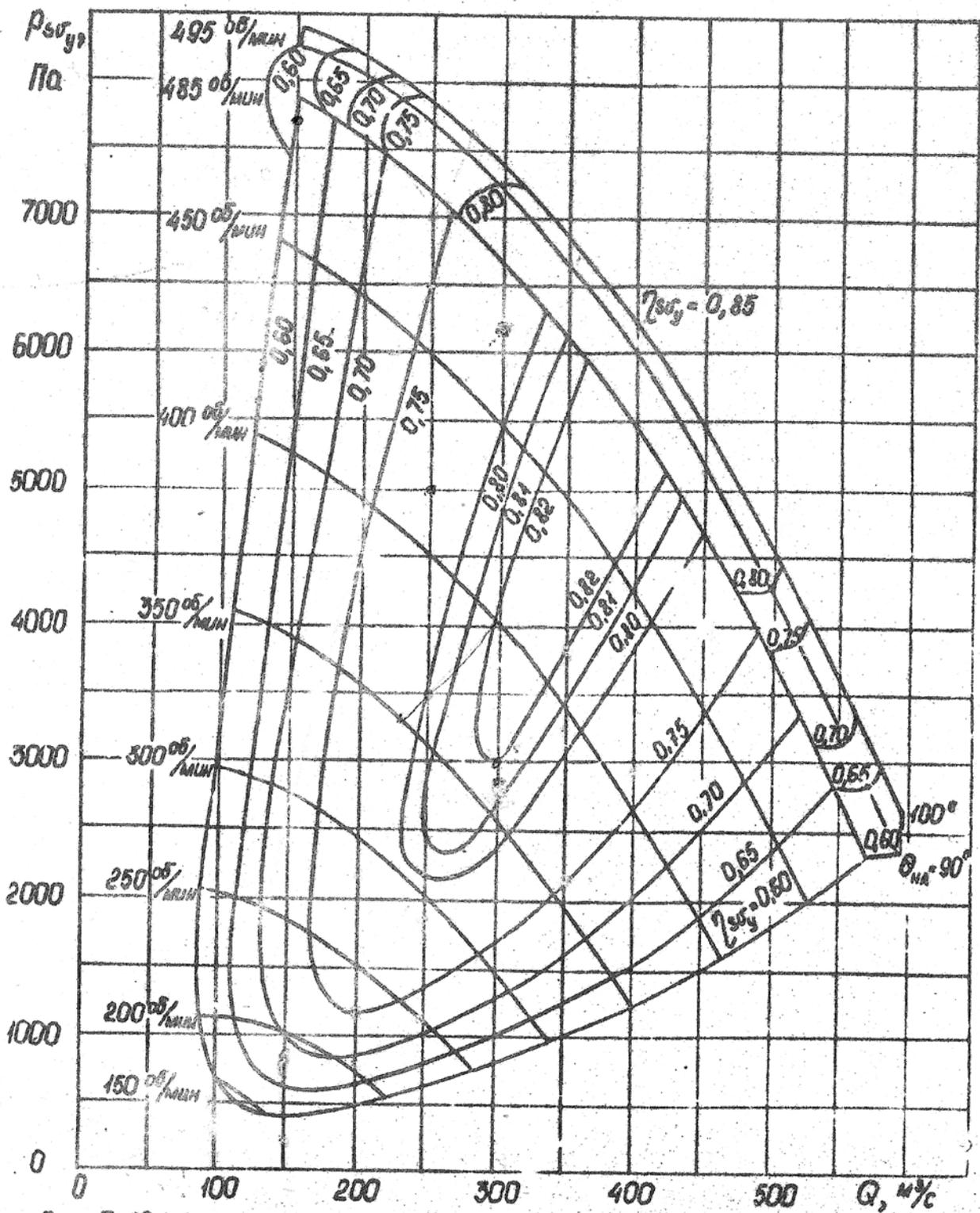


Рис. I. 16. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВЦД - 47,5 У при регулировании изменением n с помощью регулируемого привода по системе АВК

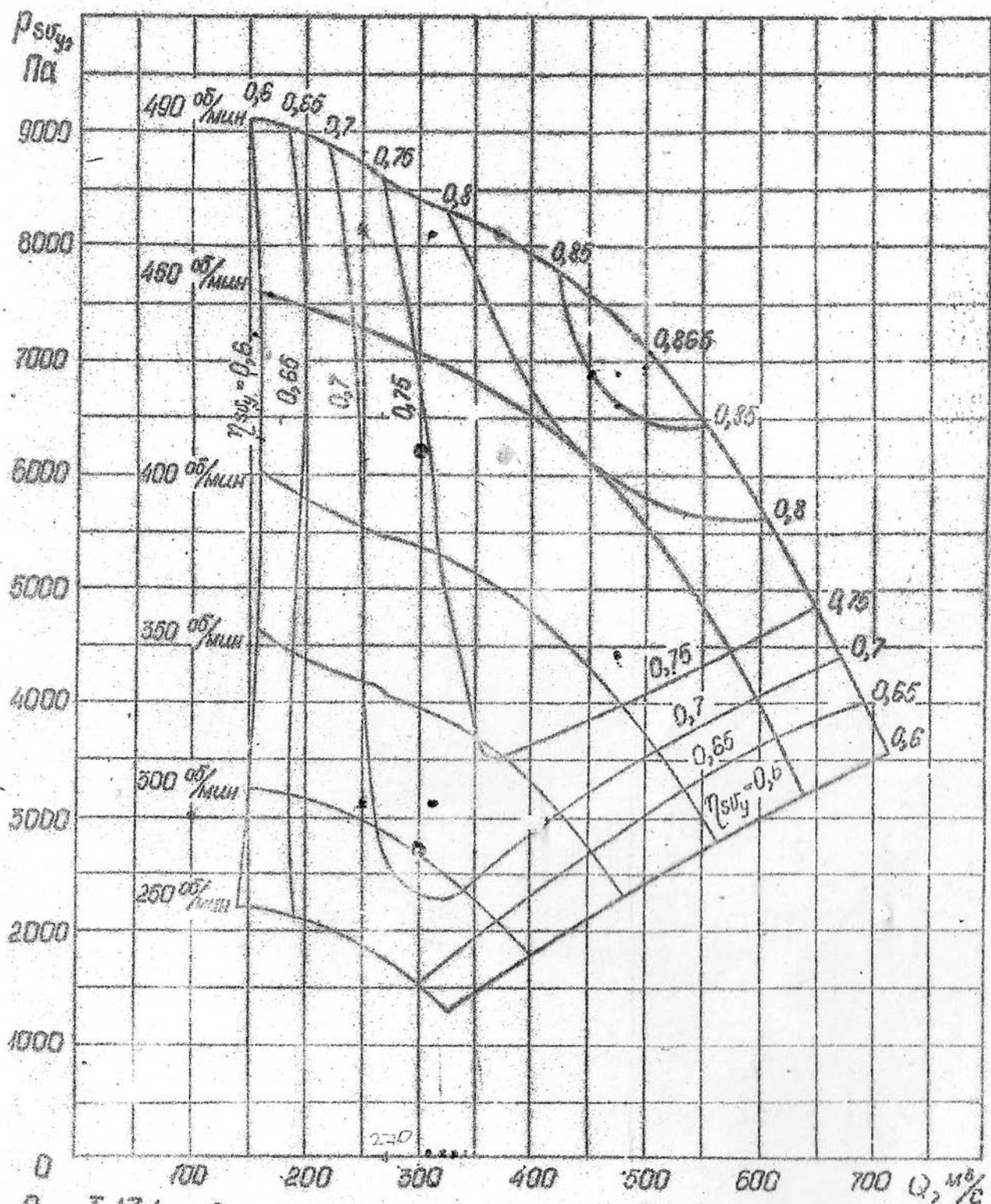


Рис. I.17. Аэродинамические характеристики вентиляторной установки с ВЦД - 47,5 А при регулировании изменением η с помощью регулируемого привода по системе КАВМК

Приложение П

**ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ПРИВОДА ШАХТНЫХ
ВЕНТИЛЯТОРОВ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ**

Таблица П.1

Синхронные электродвигатели на напряжение 6 кВ

Т и п электродвигателя	n , !об/мин!	P , кВт !	η !	$\cos \varphi$!	m , ! кг !	Вентилятор
СД 13-42-6	1000	630	0,947	-0,9	4070	ВОД-18
СД2-85/47-8У4	750	400	0,943	-0,9	2950	ВОД-21М
СД2-85/57-3У4	750	630	0,948	-0,9	3350	ВЦ-25М
СД2-85/57-10У4	600	500	0,940	-0,9	3350	ВЦ-25М
СДВ 15-49-12	500	800	0,943	-0,9	9500	ВОД-30М
СДВ 15-39-10	600	800	0,943	-0,9	9000	ВЦ-31,5М
СДВ 15-34-12	500	500	0,932	-0,9	7100	ВЦ-31,5М
СДВ 15-64-10	600	1250	0,953	-0,9	11700	ВЦД-31,5М
СДВ 15-41-12	500	1250	0,947	-0,9	11300	ВЦД-31,5М
СДСБ-17-41-16РУ4	375	1600	0,946	-0,9	20700	ВОД-40М
СДСБ-18-39-20РУ4	300	2000	0,948	-0,9	24800	ВОД-50
СДСБ-2-17-76-12У4	500	4000	0,955	-0,9	25000	ВЦД-47,5У
СДСБ-2-17-41-16У4	375	1600	0,948	-0,9		ВЦД-47,5У

Примечание. Последние два двигателя применяются в качестве приводящих в установках с ВЦД-47,5У только в составе синхро-асинхронного привода с соответствующими асинхронными электродвигателями с фазным ротором (см. ниже).

Таблица П.2

Асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором

Т и п электродвигателя	n , !об/мин!	P , кВт !	U , В !	η !	$\cos \varphi$!	m , ! кг !	Вентилятор
АОЗ-355М-4УЗ	1450	315	380	0,945	0,93	1675	ВЦ-15
4АОЗ-315S-6УЗ	970	110	380	0,930	0,90	1120	ВЦ-15
АОЗ-355S-6УЗ	985	160	380	0,935	0,90	1342	ВОД-16П
А4-450Х-6УЗ	1460	630	6000	0,947	0,86	2620	ВОД-18

Таблица П.3

Асинхронные электродвигатели с фазным ротором на
напряжение 6 кВ

Т и п	n , об/мин	P , кВт	η	$\cos \varphi$	m , кг	Вентилятор
АК 13-52-8	740	500	0,920	0,87	5850	ВОД-21Н
АК 13-62-8У4	740	630	0,935	0,85	4780	ВЦ-25М
АК 13-62-10У4	590	500	0,930	0,84	4510	ВЦ-25М
АКН2-15-69-10УХЛ4	590	800	0,946	0,83	5350	ВЦ-31,5М
АКН-2-16-39-12УХЛ4	490	500	0,934	0,80	5730	ВЦ-31,5М
АКН-2-16-69-10УХЛ4	590	1250	0,949	0,85	7850	ВЦД-31,5М
АКН-2-16-57-12УХЛ4	490	800	0,943	0,80	6900	ВЦД-31,5М и ВОД-30М
АКН-2-18-43-12У4	495	1600	0,946	0,85	8750	ВЦД-47,5У
АКН-2-19-33-16У4	370	1600	0,945	0,83	10430	ВЦД-47,5У и ВОД-40М
АКН-2-18-36-16У4	370	800	0,938	0,76	7810	ВЦД-47,5У
АКН-2-18-53-12У4	495	2000	0,950	0,86	10830	ВЦД-47,5У
АКН-2-19-41-16У4	370	2000	0,945	0,84	12210	ВОД-50
АКС-17-76-12У4	495	3150	0,952	0,88	24800	ВЦД-47,5А

Примечания. 1. Вентилятор ВЦД-47,5У может иметь:

а) нерегулируемый синхро-асинхронный привод, состоящий из одного приводящего синхронного электродвигателя СДСЗ-2-17-76-12У4 (4000 кВт, 500 об/мин) и одного разгонного асинхронного - АКН-2-18-43-12У4 (1600 кВт, 490 об/мин), или одного приводящего синхронного электродвигателя СДСЗ-2-17-41-16У4 (1600 кВт, 375 об/мин) и одного разгонного асинхронного АКН-2-18-36-16У4 (800 кВт, 370 об/мин);

б) нерегулируемый асинхронный привод, состоящий из двух приводящих асинхронных электродвигателей АКН-2-18-43-12У4 (1600 кВт, 490 об/мин) или одного приводящего асинхронного электродвигателя АКН-2-19-33-16У4 (1600 кВт, 370 об/мин);

в) регулируемый привод - асинхронно-вентильный каскад, состоящий из двух приводящих асинхронных электродвигателей АКН-2-18-53-12У4 (2000 кВт, 495 об/мин) и двух тиристорно-диодных агрегатов ТДП-2-1250/400-2Т-У4.

2. Вентилятор ВЦД-47,5А имеет только регулируемый привод, состоящий из двух приводящих асинхронных электродвигателей АКС-17-76-12У4 (3150 кВт, 495 об/мин) и двух тиристорно-диодных агрегатов ТДП-2-1250/400-2Т-У4.

Приложение III

КОМПЛЕКТНОЕ УСТРОЙСТВО УКАВ-М ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
ШАХТНЫМИ ВЕНТИЛЯТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ С
ПЕРЕРУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ

Структура условного обозначения комплекта управления

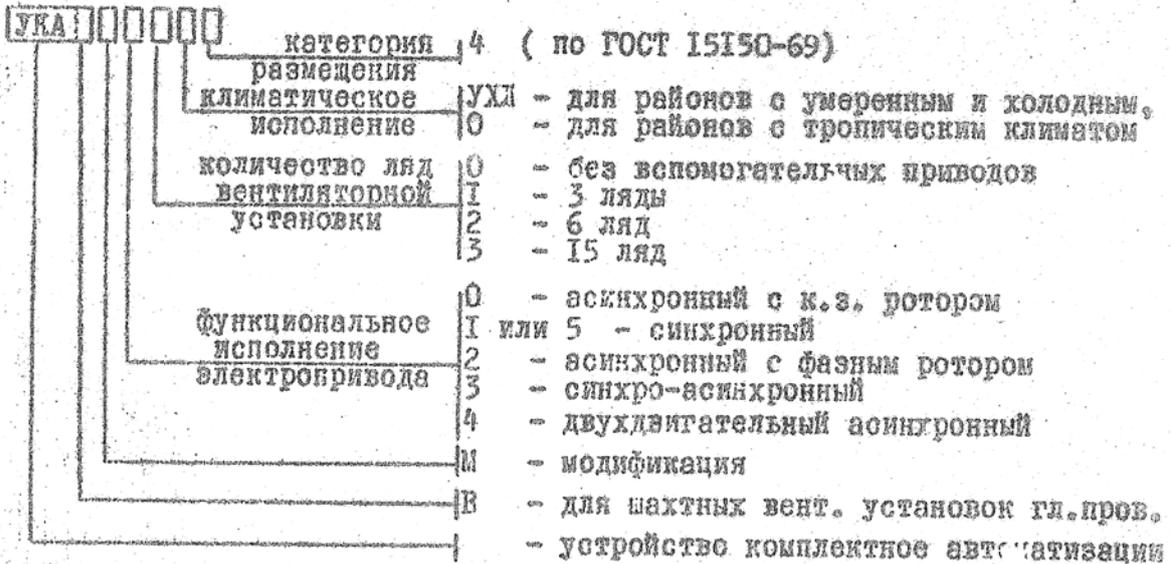


Таблица III-I

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОСТАВ ПОЛУКОМПЛЕКТОВ УКАВ-М

Индиф.	Обозначения полукомплектов УКАВ-М												
	УКАВ-М00	УКАВ-М01	УКАВ-М10	УКАВ-М11	УКАВ-М12	УКАВ-М20	УКАВ-М21	УКАВ-М22	УКАВ-М30	УКАВ-М33	УКАВ-М40	УКАВ-М43	УКАВ-М50
	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4	УХЛ4
ШУ1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ШУ2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ШУ3		1		1	1		1	1		1		1	
ШУ4		1		1	2		1	2					
ШУ5					или 1			или 1		3		3	
ШУ6	1	1		1	1		1	1	1	1	1	2	2
ШУ7		1		1	1		1	1		1		1	

Примечания. 1. Пример заказа для внутрисовенных поставок комплектного устройства для шахтной вентиляторной установки, оборудованной синхронными приводами и 6 лядами: "Устройство комплектное УКАВ-М10УХЛ4 и УКАВ-М12УХЛ4" ТУ16-536.731-83.

2. Полукомплекты УКАВ-М11 и УКАВ-М50 выпускаются ХЭМЗ упрощенными (без управления и контроля за маслосмазкой и без лого. этров) только для вентиляторных установок с ВВД-21М.

Приложение IУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОДНЫЕ ГРАФИКИ ЗОН ПРОМЫШЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК, ПРОХОДОК ШАХТНЫХ СТВОЛОВ И ДР.

В приложении IУ приведены краткие данные о вентиляторах местного проветривания и вспомогательных вентиляторах, необходимость в которых может возникнуть при проектировании проветривания отдельных участков шахты.

В 1985 году для проветривания забоев подготовительных выработок заводами страны выпускались: осевые вентиляторы ВМ-4, ВМ-6, ВМ-12 (с электрическим приводом) и ВМП-4, ВМП-5, ВМП-6 (с пневматическим приводом), а также высоконапорные центробежные вентиляторы ВМЦ-6 и ВМЦ-8. Для проветривания проходок шахтных стволов, шурфов и других целей выпускались центробежные вентиляторы ВЦ-9, ВЦ-11М и осевые - ВОД-11П. В ряде случаев для проветривания подземных выработок применялись ВЦ-9 и ВМЦП-7, предназначенный для дегазации метана.

Таблица IУ.1

Техническая характеристика шахтных осевых вентиляторов местного проветривания

Типоразмер вентилятора	ВМ-4	ВМ-6	ВМ-12	ВМП-4	ВМП-5	ВМП-6	
Диаметр присоединительного патрубка, мм	400	600	1200	400	500	500	
Частота вращения, об/мин	2900	2940	1470	4800- 5300	3200- 3500	2000- 3300	
Диапазон в зоне промышленного использования	подачи, м ³ /с	0,7-	2,3-	10-	0,7-	1,2-	2,4
		2,5	8,0	32	2,7	4,2	8,0
	давления, Па	800-	800-	800-	500-	500-	500-
		1500	3400	3700	2200	2100	2800
Максимальный к.п.д. агрегата	0,54	0,60	0,66	0,25	0,29	0,33	
Мощность электродвигателя, кВт	4	24	110	-	-	-	
Расход сжатого воздуха при (Р=0,5МПа), м ³ /с	-	-	-	0,09	0,15	0,33	
Основные размеры	длина, мм	740	1100	1900	720	560	700
	ширина, мм	550	750	1350	550	750	805
	высота, мм	650	975	1750	600	775	850
Масса агрегата, кг	155	375	2200	110	170	270	

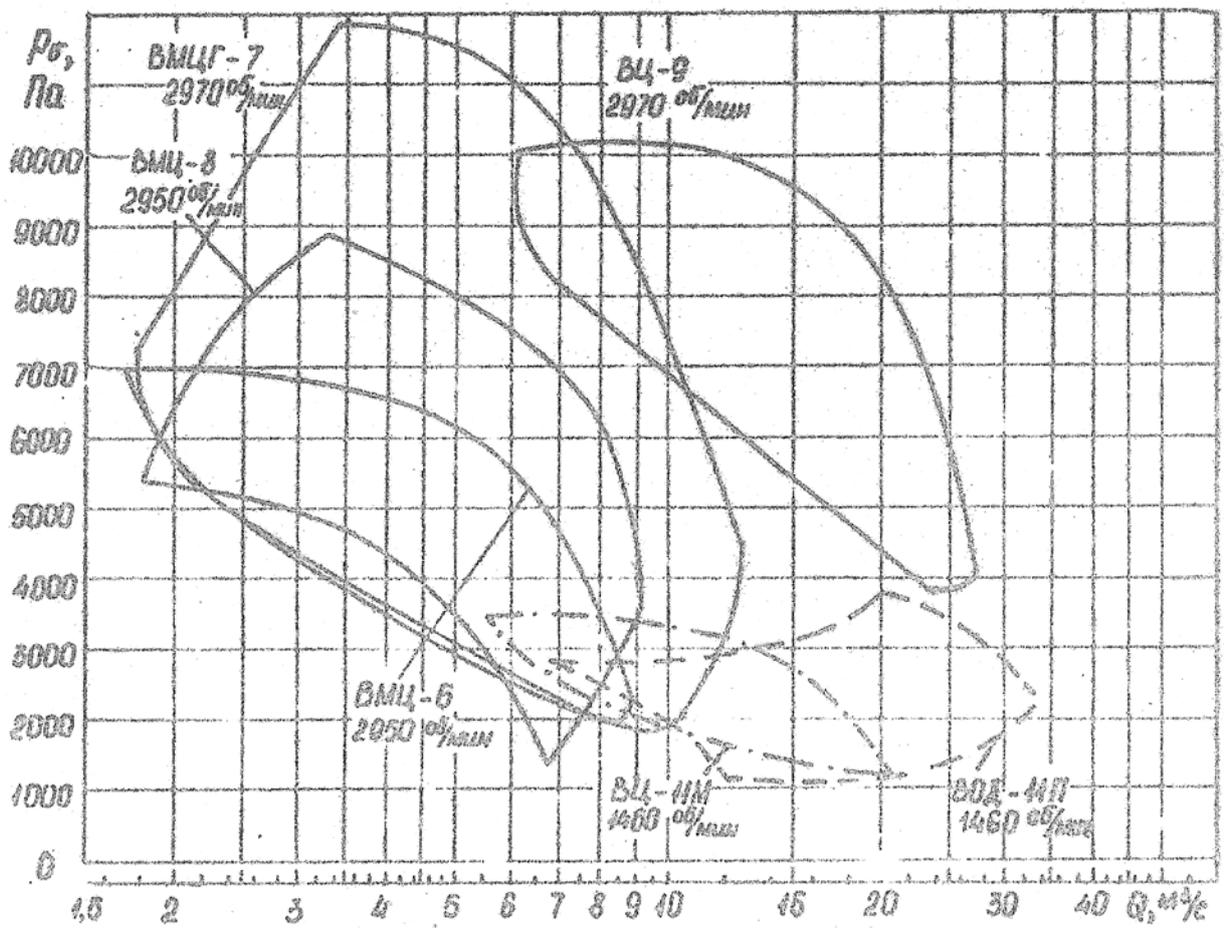


Рис. IV. 1. Сводный график зон промышленного использования шахтных центробежных и осевых вентиляторов, предназначенных для проветривания длинных подготовительных выработок, проходов шахтных стволов, шурфовых установок и др.

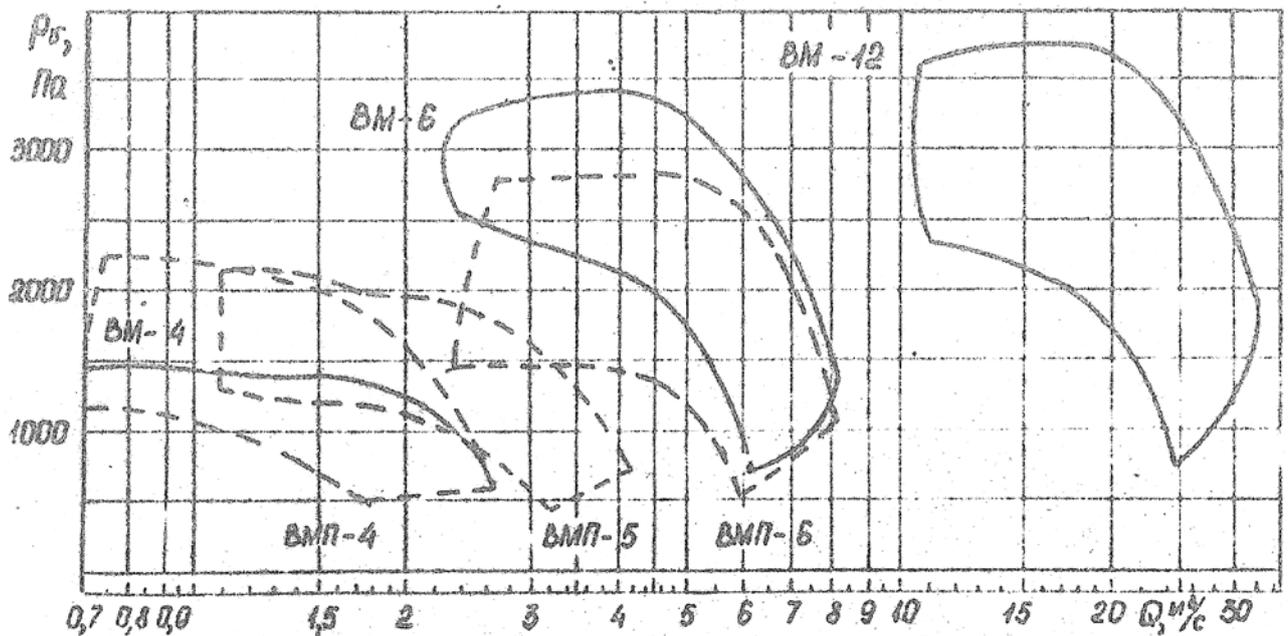


Рис. IV. 2. Сводный график зон промышленного использования шахтных осевых вентиляторов местного проветривания

Таблица IV.2

Техническая характеристика шахтных вспомогательных вентиляторов
и высоконапорных вентиляторов местного проветривания

Типоразмеры вентиляторов		ВМЦ-6	ВМЦ-8	ВМЦГ-7	ВЦ-9	ВЦ-11М	ВВД-11
Диаметр	рабочего колеса, мм	730	750	750	900	1100	1100
	присоединительного патрубка, мм	600	800	700	1000	-	-
Частота вращения, об/мин		2950	2950	2950	2970	1460	1470
Окружная скорость, м/с		113	117	117	140	84	84,6
Диапазон в зоне промышленного использования	подачи, м ³ /с	1,7-9	2-11	3-12	6-28	6-20	7-33
	давления, Па	1600-7000	1440-8800	1900-11900	3700-10000	1700-3500	1150-3900
Максимальный к.п.д.		0,79	0,77	0,81	0,77	0,85	0,81
Мощность электродвигателя, кВт		55	75	132	250	55	125
Основные размеры	длина, мм	1700	1560	2700	1490	3470	6140
	ширина, мм	1350	1200	2710	3230	4230	1870
	высота, мм	1795	1540	1780	1725	2730	1860
Масса вентилятора (с электродвигателем), кг		1080	1600	2600	4645	2415	4600

В соответствии с вышедшим в 1985 году ГОСТ 6625-85 "Вентиляторы шахтные местного проветривания" в ближайшие годы намечается ряд изменений в обозначениях, номенклатуре и типо-размерах выпускаемых вентиляторов. Так, осевые вентиляторы местного проветривания с электрическим приводом вместо шифра ВМ будут иметь шифр ВМЭ. Кроме имеющихся уже типоразмеров этих вентиляторов, намечается также выпуск вентиляторов ВМЭ-5 и ВМЭ-10.

Вентилятор ВЦ-9 будет обозначаться ВМЦ-10 (по диаметру выходного присоединительного патрубка). Наконец, намечается разработка опытного образца осевого вентилятора с электро-пневматическим приводом - ВМЭП-6.