СОДЕРЖАНИЕ

[ВВЕДНИЕ 5](#_Toc454404001)

[1. ПРЕДМЕНТНАЯ ОБЛАСТЬ 6](#_Toc454404002)

[1.1.1. Параметры Вентиляторов 7](#_Toc454404003)

[1.1.2. Конструкции Шахтных Вентиляторов 8](#_Toc454404004)

[1.1.3. Параметры Шахтных Вентиляторов 12](#_Toc454404005)

[1.2. Системы Вентиляции 15](#_Toc454404006)

[1.2.1. Крышная Вентиляция 16](#_Toc454404007)

[1.2.1. Механическая Вентиляции 17](#_Toc454404008)

[1.2.3. Вытяжные Шахты 18](#_Toc454404009)

[2. АКТУАЛЬНОСТЬ САПР 19](#_Toc454404010)

[2.1. Основные Этапы Проектирования 21](#_Toc454404011)

[3. ПОСТОНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ 22](#_Toc454404012)

[4. ОПИСАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ САПР 23](#_Toc454404013)

[5. ОПИСАНИЕ КОМПОНЕНТОВ САПР 25](#_Toc454404014)

[5.1. Математическое Обспечение 26](#_Toc454404015)

[5.2. Информационное Обеспечение Сапр 34](#_Toc454404016)

[5.3. Лингвистическое Обеспечение Сапр 37](#_Toc454404017)

[5.4. Техническое Обеспечение Сапр 38](#_Toc454404018)

[5.5 Программное Обеспечение Сапр 43](#_Toc454404019)

[6. ПРИМЕР РАБОТЫ САПР 45](#_Toc454404020)

[6.1. Решение Задачи Оптимизации 45](#_Toc454404021)

[7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ 48](#_Toc454404022)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 48](#_Toc454404023)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 50](#_Toc454404024)

[СТРУКТУРНАЯ СХЕМА САПР 50](#_Toc454404025)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 52](#_Toc454404026)

[СХЕМА РАБОТЫ САПР 52](#_Toc454404027)

[ПРИЛОЖЕНИЕ В 56](#_Toc454404028)

[ДАТАЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ 56](#_Toc454404029)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Г 57](#_Toc454404030)

[МАТМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ 57](#_Toc454404031)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Д 58](#_Toc454404032)

[ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ 58](#_Toc454404033)

### 

### ВВЕДНИЕ

В последнее время возросла роль вентиляции и в создании условий для высокопроизводительной работы в шахтах. Требования к постоянному совершенствованию безопасности и интенсификации производственных процессов поставили перед вентиляцией ряд новых задач и явились причиной ее быстрого развития в последние полтора десятилетия.

Это привело к значительному углублению знаний в традиционных секциях вентиляции, таких, как дегазация, аэродинамическое сопротивление горных выработок, вентиляционные сети и другие, также к формированию новых разделов этой науки (автоматизация вентиляции), динамика шахтных аэрозолей, надежность вентиляционных систем) и новых направлений в ранее существовавших разделах. Радикально изменили конструкцию методы проектирования вентиляции.

Шахта Вентиляция имеет первостепенное значение для здоровья и безопасности работников шахты . Недостаточная вентиляция может явиться причиной профессиональных заболеваний (например, пневмокониоз, силикоз, асбестоз и т.д.). Эти заболевания являются результатом длительного воздействия на рабочих пыли и токсичных газов (например, CO, NO), находящиеся за пределами концентрации в соответствии со стандартами правительства. Также канцерогенными является асбестовая пыль и двуокись кремния.

Загрязнение человеческого происхождения может оказать существенное влияние на здоровье человека и биосферы, о чем свидетельствует воздействия загрязнения окружающей среды и глобального потепления, которое превращает атмосферу Земли и ее экосистемы, что приводит к появлению неизвестных болезней пока в некоторых географических районах.

Один из способов решения этой задачи разработка сиситема автоматизированного проектироавания (САПР) вентиляции, чтобы уменьшить риск профессиональных заболеваний. Система вентиляции должна разбавить газ и пыль ниже допустимых пределов. Для того, чтобы обеспечить хорошую систему вентиляции, необходимо разработать САПР вентиляции и выполнить компьютерное моделирование.

### 1. ПРЕДМЕНТНАЯ ОБЛАСТЬ

1.1. Вентиляторы

Поток воздуха в вентиляционной системе может осуществляться двумя способами. Он может быть установлен, естественно, из-за изменения давления в зависимости от высоты, разности температур воздуха и ветрового давления. Такая вентиляция, соответственно, называется естественной. Кроме того, воздушный поток может быть искусственно созданный с помощью вентилятора. Такая вентиляция называется искусственной или механической.

Как правило, естественные системы вентиляции используются в модели строительства жилья. Свежий воздух в этом случае, будет попадать в помещение через неплотности в окнах и дверях, и удаляется через вентиляционные трубы, вытяжные решетки, которые расположены на кухне и в ванных комнатах. Такая вентиляция очень надежна (нет движущихся частей и автоматики), долговечна и дешева. Однако серьезным ее недостатком является сильная зависимость эффективности от внешних факторов — температуры воздуха, направления и скорости ветра. Кроме того, такие системы нерегулируемы, поэтому при определенных погодных условиях могут просто перестать работать.

Искусственная (механическая) вентиляция используется достаточно, где естественный. В механической системе, как правило, используется вентилятор, фильтр, а также другие компоненты нагревательного устройства, которые позволяют очищать и нагревать воздух. Такие системы будут поддерживать комфортные условия в помещениях независимо от времени года и условий окружающей среды.

### 1.1.1. Параметры Вентиляторов

Вентиляционные каналы из системы представляют собой совокупность большого количества подземных шахт, множество различных параметров, влияющих на аэродинамику таких сетей. Эти параметры постоянно меняются, следовательно, изменяет аэродинамику и сетей.

Выработки могут иметь различную форму поперечного сечения, величина этого сечения колеблется в пределах от 3,0 минус 4,0 до 30,0 минус 40,0 м2. В больших пределах колеблется и длина выработок, доходя иногда до нескольких тысяч метров. Степень шероховатости стенок котлована, что влияет на величину сопротивления воздуха зависит от типа и размера вкладыша, а также операция значительно меняется.

Потребители воздуха в шахте отличаются большим разнообразием как по количеству необходимого воздуха, так и по времени его подачи. В качестве потребителя может фигурировать отдельная выработка, так и вся шахта или значительная ее часть.

Эти обстоятельства привели к необходимости создания группы специализированных шахтных вентиляторов, отвечающих по своим параметрам запросам горной отрасли.

Основное отличие шахтных вентиляторов от вентиляторов, применяющихся в других отраслях промышленности-большая производительность в условиях довольно высокого давления. Производительность этих вентиляторов может пойти до 500/600 м3/с, величина разности давления, создаваемая шахтными вентиляторами, ограничивается значением 0,5/10,0 кПа. Степень сжатия воздуха вентилятором 1,1. Это позволяет считать воздух несжимаемым в расчетах, связанных с работой вентилятора.

### 1.1.2. Конструкции Шахтных Вентиляторов

Все выпускающиеся для горной отрасли вентиляторы относятся по конструкции к так называемым «лопастным нагнетателям». В вентиляторах этого типа энергия вращающегося ротора преобразовывается в потенциальную и кинетическую, в свою очередь, сообщаемые перемещаемому воздуху. Лопастные вентиляторы в соответствии с характером движения воздуха в них и формы ротора (рабочего колеса) подразделяются на осевые и радиальные, последние более известны как центробежные.

Осевые вентиляторы. Осевой вентилятор (рис.1.1) состоит из рабочего колеса (РК) 1, на втулке которого закреплены профильные (в форме крыла самолета) лопатки 2; рабочее колесо вращается в цилиндрическом корпусе или, как его часто называют, кожухе 3. За рабочим колесом располагается спрямляющий аппарат (СА) с неподвижными лопатками 4. Вращающееся рабочее колесо с помощью лопаток передает энергию привода перемещаемому воздуху. Лопатки рабочих колес изготавливаются из стали или пластмасс (для вентиляторов малых размеров).

Лопатки рабочего колеса могут иметь несимметричный или симметричный профиль. Осевые вентиляторы с лопатками рабочих колес симметричного типа являются реверсивными, поскольку их производительность не меняется при изменении направления вращения рабочего колеса на обратное. Вентиляторы с рабочими лопатками несимметричного типа этим качеством не обладают, их производительность при изменении направления вращения рабочего колеса резко снижается, но эти вентиляторы имеют хорошие аэродинамические характеристики и повышенный коэффициент полезного действия. Спрямляющий аппарат обеспечивает плавный переход воздуха от лопаток рабочего колеса к выходу в диффузор или сеть и частично преобразует динамическое давление в движущемся потоке воздуха в статическое давление.

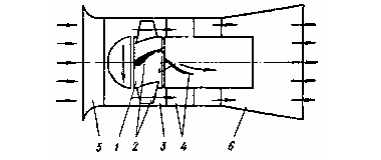


Рисунок 1.1 – Схема осевого вентилятора: 1 – рабочее колесо; 2 – лопатки рабочего колеса; 3 – кожух; 4 – спрямляющий аппарат; 5 – коллектор; 6 – диффузор .

Конструкция вентилятора покрытия шахты с двумя входами, целью которого является снизить аэродинамические потери, связанные с высокой изменением скорости потока воздуха. Передний обтекатель устанавливается во входном кол- лекторе, перед рабочим колесом или направляющим аппаратом, задний – после спрямляющего аппарата, перед диффузором или входом в вентиляционную сеть.

Осевые вентиляторы могут быть одноступенчатыми (с одним рабочим колесом) и двухступенчатыми. В последнем случае в кожухе вентилятора находятся две ступени, работающие последовательно и имеющие каждая свое рабочее колесо.

Между рабочими колесами находится промежуточный направляющий аппарат ( НА). Конструктивно направляющий аппарат состоит из неподвижных профильных лопаток или профильных лопаток с регулируемым углом установки. Назначение направляющего аппарата – подача воздуха к рабочему колесу, установленному за ним в определенном, более эффективном направлении, и преобразование значительной части кинетической энергии потока (динамического давления) в потенциальную (статическое давление). Спрямляющий аппарат устанавливается за вторым рабочим колесом по ходу струи. Обе ступени могут находиться на одном валу или на отдельных валах (вентилятор ВОД-16). Наличие двух ступеней позволяет вентилятору развивать более высокое давление.

Центробежные вентиляторы. Основу вентилятора (рис.1.2) составляет рабочее колесо 1, между передним и задним дисками которого закреплены профильные крыловидные лопатки таким образом, что их входная кромка располагается на окружности меньшего радиуса, чем выходная хвостовая часть. Рабочее колесо может быть с лопатками, загнутыми вперед по ходу колеса, радиальными и загнутыми назад, назначение рабочего колеса – передавать энергию привода вентилятора перемещаемому воздуху. Рабочее колесо вращается в спиральном кожухе 2, выполненном из листовой стали. Улиткообразный кожух предназначен для подачи воздуха в определенном направлении и частичного преобразования динамического давления в потоке воздуха в статическое давление. Воздух засасывается в вентилятор через входной коллектор 3, в котором установлены не вращающиеся, а только поворачивающиеся каждая относительно своей оси лопатки 4 направляющего аппарата. Направляющий аппарат предназначен для подачи воздуха к рабочему колесу с определенной скоростью и под определенным углом, это позволяет регулировать рабочие режимы вентилятора.

В рабочее колесо воздух входит параллельно оси вала вентилятора, затем под действием тяги, развиваемой лопатками, и центробежной силы поворачивает на 90, проходит между лопатками, выбрасывается в периферийную часть кожуха и выходит через диффузор 5 в атмосферу (при работе вентилятора на всасывание).

Диффузор представляет собой дополнительный датчик динамического давления в потоке на выходе из статического давления в корпусе Центробежные вентиляторы могут выполняться с односторонним или двусторонним всасом. В последнем случае на валу вентилятора устанавливается спаренное рабочее колесо, соединенное втулками большего диаметра.

Воздух поступает на рабочее колесо с двух сторон, из двух направляющих аппаратов. Двустороннее всасывание позволяет разгрузить подшипники вала от осевого давления и уменьшить сопротивление движущемуся воздуху во всасывающей части. Последнее обстоятельство позволяет увеличить производительность центробежного вентилятора.

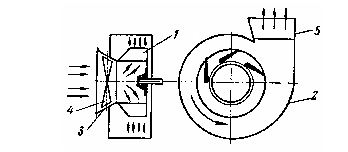


Рисунок 1. 2 – Схема центробежного вентилятора: 1– рабочее колесо; 2 – спиральный кожух; 3 – входной коллектор; 4 – лопатки направляющего аппарата; 5 - диффузор.

### 1.1.3. Параметры Шахтных Вентиляторов

Вентиляторы, выпускаемые для работы в системах проветривания шахт, различаются не только по конструкции и назначению, но и своими параметрами, обуславливающими их использование в тех или иных условиях.

Основными параметрами вентиляторов являются их производительность, развиваемое давление, диаметр рабочего колеса, потребляемая мощность, коэффициент полезного действия, окружная скорость рабочего колеса, угол поворота лопаток рабочего колеса и (или) направляющего аппарата. Именно эти параметры определяют возможность и целесообразность применения конкретного вентилятора для работы в конкретной вентиляционной сети.

В горной практике для характеристики параметров вентиляторов вместо термина «давление» чаще используется понятие «депрессия».

Условно из этой группы можно выделить параметры эксплуатационные – производительность и депрессию, как основные. Эти два параметра объединяются в одно общее понятие – режим работы вентилятора. Три другие параметра – диаметр рабочего колеса, окружная скорость вращения рабочего колеса и угол поворота лопаток рабочего колеса и направляющего аппарата называются регулировочными. Изменение величины любого из них приводит к изменению эксплуатационных параметров. Мощность на валу вентилятора и его коэффициент полезного действия можно отнести к производным параметрам, зависимым от совокупности остальных параметров вентилятора.

Производительность вентилятора (Q В). Под производительность вентилятора определяется как объем воздуха, проходящего через вентилятор, когда единица времени. Производительность выражается в м3/с или м3/мин, причем при проведении аэродинамических расчетов используется исключительно первый вариант. Производительность шахтных вентиляторов колеблется в весьма широких пределах. Вентиляторы, используемые как ВМП, имеют производительность 2,0¸20,0 м3/с, используемые как вспомогательные и главные – 20,0/600,0 м3/с.

Депрессия вентилятора (НВ). депрессия статическое давление вентилятора разница в потоке воздуха в вентилятор на входе и выходе его. Основная единица, используемая для выражения величины депрессии – Па (Н/м2). В технической литературе встречаются и используются и другие единицы давления – кгс/м2 и мм вод. ст. Соотношение всех используемых единиц может быть представлено выражением

1 кгс/м2 = 1 мм вод. ст. = 1 дПа = 10Па

Величина депрессии, развиваемой шахтными вентиляторами, колеблется в пределах 0,5/10,0 кПа.

Диаметр рабочего колеса (DB). Диаметр рабочего колеса – параметр конструктивный, он не может быть изменен в течение срока службы вентилятора. Шахтные вентиляторы выпускаются с диаметрами рабочего колеса 0,3/1,2 м (вентиляторы местного проветривания) и 1,1/5,0 м (вспомогательные и главные вентиляторы).

Скорость вращения рабочего колеса (n). Обычно имеется в виду количество оборотов рабочего колеса в единицу времени (). В связи с большими размерами рабочих колес вентиляторов и необходимостью обеспечения механической прочности последних, линейная скорость на ободе колеса (м/с) ограничивается. Выпускаемые для горной отрасли вентиляторы работают при скоростях от 250 (вентиляторы с диаметром рабочего колеса 4,0/5,0 м) до 3000 (ВМП). Изменение скорости рабочего колеса вентилятора приводит к изменению его эксплуатационных параметров. Этим обстоятельством пользуются для регулировки режимов работы вентиляторов при наличии регулируемого по скорости привода.

Угол поворота лопаток рабочего колеса (qрк). Углом поворота лопаток рабочего колеса считается угол, образуемый хордой профиля лопатки рабочего колеса и плоскостью вращения последнего. По условиям эффективности аэродинамической схемы осевых вентиляторов этот угол может колебаться в пределах 15/45 , его изменение приводит к изменению основных параметров – производительности и депрессии вентилятора. Таким образом, угол поворота лопаток рабочего колеса является регулировочным параметром. В первых разработках осевых вентиляторов лопатки рабочего колеса крепились к последнему неподвижно (с помощью сварки), у этих вентиляторов отсутствовала возможность регулирования режимов. Современные шахтные осевые вентиляторы выпускаются, как правило, с регулируемым углом установки лопаток.

Более того, в последних разработках конструкций шахтных вентиляторов предусмотрены механизмы для одновременного и плавного изменения этого угла. Такой вид регулирования режимов работы вентиляторов называют грубой регулировкой.

Угол поворота лопаток направляющего аппарата (qна). Углом поворота лопаток направляющего аппарата принято считать угол между хордой профиля лопатки и плоскостью, проходящей через ось рабочего колеса. Этот параметр вентилятора также относится к регулировочным. Лопатки направляющего аппарата могут быть закреплены жестко, в этом случае возможность регулировки отсутствует (вентиляторы ВОКД и более ранние), и могут иметь изменяемый угол установки. Изменяемый угол поворота лопаток направляющего аппарата имеют все современные центробежные вентиляторы и осевые вентиляторы серий ВОКР и ВОД. Как правило, угол поворота лопаток может изменяться в пределах 0/90. Поворот лопаток направляющего аппарата у центробежных вентиляторов на 90 фактически перекрывает входное сечение коллектора, сокращая до минимума производительность вентилятора и, естественно, нагрузку на валу вентилятора. Этим приемом пользуются при запуске крупных вентиляторов. Регулирование рабочих параметров с помощью поворота лопаток направляющего аппарата называется тонким регулированием вентилятора.

Мощность на валу вентилятора (NВ). Мощность на валу вентилятора (кВт) для любого режима может быть подсчитана по формуле

где QВ – производительность в расчетном режиме, м3/с;

HВ – депрессия в том же режиме, Па;

hв – статический коэффициент полезного действия для этого режима.

Статический коэффициент полезного действия (hв.ст). Поскольку перемещение воздуха осуществляется за счет статического давления, создаваемого вентилятором, в выражении в качестве коэффициента полезного действия используется так называемый «статический» коэффициент полезного действия, который меньше полного КПД вентилятора на 20/30 %. Величина максимального статического коэффициента полезного действия зависит от аэродинамической схемы вентилятора. Максимальный статический коэффициент полезного действия современных шахтных осевых вентиляторов достаточно высок и колеблется в пределах от 0,78 ( ВОКР-1,8) до 0,81 ( ВОД-11), у центробежных вентиляторов этот параметр немного выше – 0,84/0,86.

### 1.2. Системы Вентиляции

На данный момент системы вентиляции представлены практически во всех современных зданиях с целью удаления загрязненного воздуха. Однако довольно часть такие вытяжные системы не справляются с поставленной задачей. Особенно остро эта проблема встает при необходимости удаления сильно загрязненного воздуха из рабочих мест на заводах, хранилищ и из других крупных помещений с источниками загрязнения воздуха. Также часто устанавливают вытяжку и в бытовых условиях, например, на кухне, в курительной или гардеробной комнатах. Пожалуй, главным условием эффективного функционирования вытяжной вентиляции является правильный подбор вентилятора. Если мощность выбранного Вами вентилятора будет слишком велика, то у соседей сверху создастся обратная тяга, что может вызвать поступление отработанного воздуха вместе с пылью из вентиляционной системы в их вентиляционные решетки .

Итак, вентиляция представляет собой регулируемый воздухообмен в помещении для удаления избытков теплоты, влаги, выдыхаемого человеком углекислого газа и других вредных веществ для обеспечения высокой работоспособности и хорошего самочувствия. На данный момент различают вентиляцию по способу перемещения воздуха — естественная и искусственная, по назначению — приточная и вытяжная, по зоне обслуживания — местная и общеобменная, по конструкции — наборная и моноблочная.

### 1.2.1. Крышная Вентиляция

Крышная вентиляция находит применение в прострорных и высолих помещениях,где зона крыши (потолка) смонтирована с расчетом на открывающиеся конструкционные элементы для интенсивного отведа тепла через эти зоны вместе с ухдящим воздухом.

это метод представляется особенно эффективным в тех случаях ,когда в помещениях/зданиях в силу определенных производственных условий непрерывно образуется очень теплый воздух.Чаше всего это имеет место в так называемых горячих цахах сварочных, литейных, а также в конюшнях и стойлах. Однако этот принцип вполне применим и для вентиляции больших помещений с высокой плотностью находящихся там людей (вроде спортивных залов) либо в качестве противопожарной 7нъмеры (отвод дымовых газов).

Принцип действия вентиляции такого типа весьма прост. Теплый воздух по причине своей очень малой плотности устремляется вверх и через определенные отверстия в крыше выводится наружу. проходы для приточного воздухда в наружной стене обеспечивают попутные течения свежего воздуха. Примеры исполнения крышной вентиляции приведены .

### 1.2.1. Механическая Вентиляции

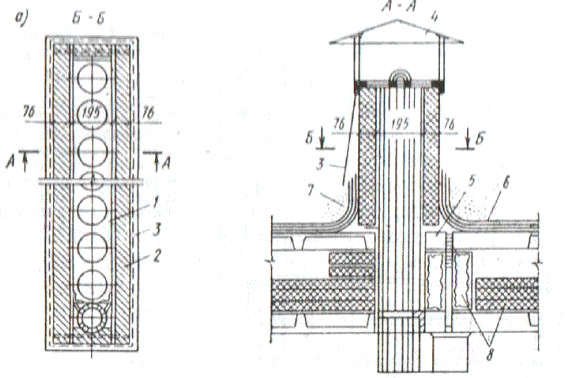
систем механическаой вентиляции по сравнению с естественной более сложны в конструктивном отношении и требуют больших первоначальных затрат и эксплуатационых расходов. Вместе с тем они имеют ряд преимуществ. К основным их достоинствам относятся: независимость от температурных колебаний наружного воздуха и его давления, а также скорости ветра; подавемый и удаляемый воздух можно перемещать на значительные расстояния; воздух,подаваемый и помещение, можно обрабатывать, т,е, нагревать или охлаждать,очищать,увлажнять и осушать.

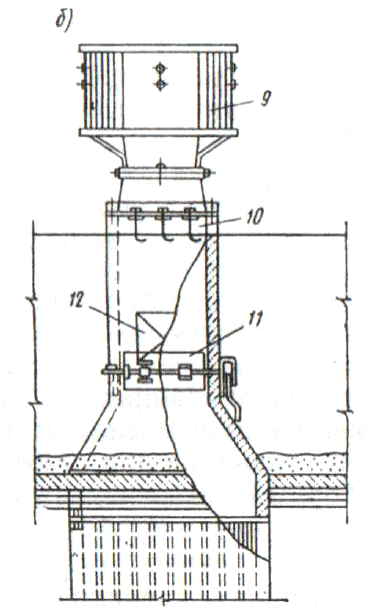
Вследствие этого механическая вентиляция, как приточная,так и вытяжная, получила весьма широкое применение, особенно в промышленности. Поступление и удаление воздуха в системе приточно-вытяной вентиляции производственного здания с рабочими залами большой площади при воздухообмене по принципу «сверху вверх» происходит рассредоточение через развевленную сеть каналов и шахт, расположенных на техническом чердаке. Воздух поступает в рабочие залы через круглые или прямоугольные отверстия в перекрытии, снабженные спецальными плафонами, как через щелевидные отверстия с направляющими лопатками. При воздухообмене по принципу «сверху вниз» воздух удаляется в подпольных каналах.

Приточные системы механической вентиляции состоят изследующих конструктивных элементов: 1) воздухоприемного устройства, через которое наружный воздух поступает в приточную камеру; 2) приточной камеры с оборудованием для обработки воздуха и подачи его в помещения; 3) сети каналов и воздуховодов, по которым воздух вентилятором распределяется по отдельным вентилируемым помещениям; 4) приточных отверстий с решетками или специальных приточных насадков, через которые воздух из приточных каналов поступает в помещения.

### 1.2.3. Вытяжные Шахты

Высота шахты естественной вы­тяжной вентиляции над кровлей определяется так же, как и высота дымовой трубы отопительной печи Вытяжные шахты систем вентиляции жилых зда­ний рекомендуется устраивать с обособленными и объ­единенными каналами. Шахты с обособленными канала­ми могут быть выполнены из бетонных блоков с утепли­телем фибролитом с утолщенными стенками из шлакобетона, керамзитобетона или другого малотеплопроводного и влагостойкого материала, а так­же каркасными с эффективным утеплителем.





1 — железобетонный блок; 2 — щиты из цементно-фибролитовых плит (внешние поверхности утеплителя по­крыты битумом); 3 — фартук из оцинкованной кровельной стали; 4 — зонт металлический; 5 — борт из асфальта или цементного раствора марки 100; 6 — рулонный гидроизоляционный ковер из четырех слоев рубероида: 7 — присыпка гравием на битуме; 8 — панель в комплекте; 9 — дефлектор; 10 — болты для крепления дефлектора, заделанные в стенки шахты; 11 — дроссель-клапан; 12— люк .

Шахты с объединенными каналами выполняют из легкого бетона (Рисунок 2,б), каркасные шахты — с заполнением малотеплопроводным, огнестойким и влагостойким материалом (пенопластом, пеностеклом, пенокерамзитом и др.); из бетонных плит — с утеплением из досок толщиной 40 мм, обитых с внутренней стороны кровельной сталью по войлоку, смоченному в глиняном растворе, и оштукатуренных по драни с наружной стороны.

### 2. АКТУАЛЬНОСТЬ САПР

На сегодняшний день проблема метаноопасности остаётся одной из главных в шахте промышленности. Несмотря на большое количество исследований названной проблемы в течение последних 100 лет, большинство аварий на все любых шахтах подземелий до сих пор происходит вследствие метанопроявлений.

Одна из проблем вентиляции шахты – утечки воздуха, которые происходят через вентиляционные сооружения в шахте и на поверхности, обрушенные породы, нарушенные целики. Они уменьшают поступление воздуха к участкам потребления, могут вызвать нарушение вентиляции шахты. Для компенсации утечек увеличивают подачу воздуха в шахту. Борьба с ними ведётся герметизацией вентиляционных сооружений, изоляцией выработанных пространств, использованием полевых выработок, рациональных схем вентиляции, снижением общешахтной депрессии. Важная задача вентиляции шахты – обеспечение безопасности людей при авариях (пожарах, взрывах газа и пыли, внезапных выбросах угля и газа) и их ликвидации. Требования к вентиляции шахты при авариях: предупреждение распространения ядовитых газов по шахте; быстрое и надёжное реверсирование вентиляционных струй; предупреждение образования опасных концентраций взрывчатых газов и др. Режимы вентиляции шахты при авариях: нормальная вентиляция; уменьшение или увеличение расхода воздуха; прекращение вентиляции; реверсирование.

Расчёты воздухораспределения как при проектировании САПР вентиляции шахт, так и в чрезвычайных ситуациях основаны на использовании компьютерных алгоритмов и программ, которые не учитывают динамику шахтных вентиляционных сетей, а именно изменения воздухораспределения при изменениях аэродинамических характеристик выработок сети, не описывают возникающих переходных аэрогазодинамических процессов.

Любое воздействие на вентиляционную сеть шахты (изменение аэродинамических сопротивлений выработок, режимов работы вентиляторов главного и местного проветривания) приводит к возникновению переходных процессов, которые могут провоцировать такие чрезвычайные ситуации, как опрокидывание струй, увеличение концентрации метана в исходящей струе выемочного участка, загазирование выработок и т.п.

В связи с этим разработка алгоритмов и программ динамического расчёта шахтных вентиляционных сетей, учитывающих изменение расходов воздуха в выработках во времени, является актуальной и может существенно повысить точность прогнозирования и управляемость аэрогазодинамических процессов, в том числе в чрезвычайных ситуациях.

### 2.1. Основные Этапы Проектирования

Этапы проектирования:

1) моделирование потоков воздуха в объеме шахты

- расчет модели Навье-Стокса по времени

2) проектирование блока вентиляторов и другого оборудования

- компоновка вентилятора высокого давления

- установка магнитного сепаратора

- проектирование блоков вентиляторов.

- оснащение электросетью

- проектирование циклона сборника

- проектирование пылевого циклона

- трассировка электрооборудования

- металлоконструкции и газоходы

3) работа с архивом документации

- занесение по дате и исходным данным от заказчика проекта, представляющего проектную документацию и чертежи.

- выборка, если это необходимо, по рассчитанным параметрам необходимого проекта, для исключения перерасчета по модели.

4) оформление проектов по ГОСТ с перечислением спецификации и чертежами, схемами компоновки и линиями трассировки.

Как видно, исходная задача довольно сложна, тем более, при учете математического обеспечения представляющего систему дифференциальных уравнений, практически нереализуема в условиях ручного неавтоматизированного проектирования. К тому же многие операции, практически, сведены к автоматическим, как например, генерация отчетов или же работа с базами данных параметров. Такая автоматизация позволит более быстро оперировать в условиях цифровой техники и содержания системы электронного документооборота, нежели поддержания бумажного архива, что сильно тормозит процесс разработки.

Стоит отдельно выделить решение задач компоновки и трассировки, которые, в большинстве своем, не решаются аналитически, имеют численные подходы и отлично и быстро реализуемы на современных ЭВМ.

Необходимо также и визуализировать некоторые данные, для облегчения понимания информации операторам АРМ, что уже категорически невозможно без использования вычислительной техники.

Таким образом, установлена актуальность указанной системы САПР с точки зрения неавтоматизированного проектирования, как довольно сложного процесса.

### 3. ПОСТОНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Согласно обозначенным выше требованиям к приведенной системе САПР, она должна решать следующие задачи:

1) полный расчет по параметрам шахты поведения воздушных потоков в помещении шахты;

2) оптимальный, относительно энергетических затрат, расчет параметров конструкции и проектирование вентилятора при соответствующих конструкционных и параметрических ограничениях. Выбор соответствующего оборудования привода под рассчитанный параметр работы.

3) проверку на годность указанной модели с учетом рассчитанных параметров.

4) ведение архива по имеющимся и уже рассчитанным проектам. Ввиду наличия вероятности схожести некоторых конструкционных входных параметров, как например, длины лопасти, необходимости повторного расчета и проектирования как таковой не будет при соответствующем ведении и контролировании целостности содержания проектов.

5) обеспечивать работу САПР именно как целой и взаимосвязанной системы с необходимыми потоками информации между отдельными модулями САПР.

Как и было указано, САПР должна решать задачу выбора оптимальных параметров установки. К таковым мы будем относить в текущей работе ширину лопасти и подаваемый момент вентилятора, обеспечивая максимальную производительность процесса воздухоотвода. Более подробное описание будет дано в пункте математического обеспечения и математической постановки критерия оптимизации.

### 4. ОПИСАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ САПР

В приведенном пункте, дающем представление о предметной области и объекте проектирования были указаны основные направления функционирования и составляющих САПР. Дадим более подробное описание по указанной системе проектирования, рассмотрев задачу о проектировании линии дробления в целом.

Если рассмотреть задачу комплексно и упростить основные типы элементов составляющих устройство линии до общих, перейти к обозначению проектирования этих элементов и решения неких задач компоновки или же задач трассировки, получим следующие подсистемы в составе нашей САПР:

1) подсистема проектирования блока вытяжки;

2) подсистема оснащения дополнительным оборудованием;

3) подсистема компиляции проектов;

4) подсистема работы с базами данных.

Все задачи по проектированию элементов шахты, описанные выше, плюс еще и задача исходной компоновки оборудования под требования и возможности размещения линии заказчиком, как например, внутри цеха, имеющего ограничения и т.д. – обозначены как подсистемы. Вдобавок к указанным подсистемам обозначаем и подсистему ведения документации по оборудованию и архива.

Стоит отметить сложность решаемых задач ввиду их архитектуры комплекса линии дробления. В указанной работе будет реализовано лишь решение по нахождению технических параметров вентиляторов и затронуты подсистемы введения архива и оперирования с базами данных (БД) , также выбора оборудования и генерации чертежной и конструкторской документации.

Указанная система направлена на автоматизацию процессов проектирования, созданию визуальной и удобной для проектировщика среды проектирования и разработки оборудования и компоновки под некоторые указанные заказчиком параметры цеха. САПР направлена на поиск оптимальных решений, визуализацию и построение отчетности по всем указанным подсистемам. При дальнейшей доработке и пуске САПР – именно при реализации всех указанных выше подсистем, продукт обеспечения будет востребован на рынке программного и системного обеспечения, ввиду комплексного подхода к рассматриваемым задачам, сложности реализаций ручного проектирования и поддержки работы САПР именно как системы а не отдельно взятой единицы ПО.

Также, будем использовать и некие готовые продукты программного обеспечения, зарекомендовавшие себя на рынке, такие как, например «Компас» или OpenOffice, что позволит облегчить сам процесс проектирования САПР ввиду реализации принципа модульности в плане обеспечения отрисовки и хранения проектов.

Подведем итоги: проектируемая САПР должна реализовывать принципы проектирования двух половин линий обработки, предоставлять возможности визуализации проектов и самого процесса проектирования, как окончательно, в виде зарисовки чертежей и приведения спецификации по ГОСТ, так и сам процесс проектирования с точки зрения пользовательского интерфейса оператора. САПР должна предоставлять элементы документооборота и удобный интерфейс работы с базами данных, что обеспечит простоту использования САПР из вне и обеспечит защиту внутренней информации баз по принципу ведения систем прав доступа.

Подойдем к более подробному описанию и решению указанных проблем, рассмотрим все поставленные задачи.

### 5. ОПИСАНИЕ КОМПОНЕНТОВ САПР

Система автоматизированного проектирования пре+дставляет собой организационно техническую систему, состоящую из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимодействующего с подразделениями проектной организации. Средства автоматизированного проектирования группируются по видам обеспечения следующим образом:

- математическое обеспечение;

- информационное обеспечение;

- программное обеспечение;

- техническое обеспечение;

- лингвистическое обеспечение.

### 5.1. Математическое Обспечение

Рассмотрим подробнее вопрос об описании математических расчетов, дадим определение основной модели составляющей критерий оптимизации, обоснуем выбор методов решения задачи оптимизации и расчета моделей

1. Модель перемещения вентилирующих потоков

Для моделирования перемещений потоков воздуха при вентиляции из шахты будем использовать уравнения Навье-Стокса, наиболее подходящее для моделирования газообразных веществ в условиях искусственной турбулентности.

В векторном виде для несжимаемой жидкости они записываются следующим образом:

где: - оператор набла;

- оператор Лапласса;

t- время,С;

- коэффициент кинематической вязкости, ;

- плотность воздуха, КГ/ ;

p – давление,Па .

Вектор скоростей:

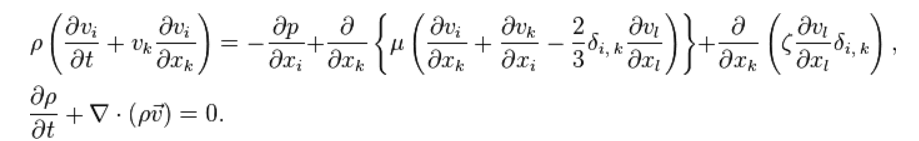
=. . . )

- векторное поле массовых сил.

Будем учитывать краевые условия:



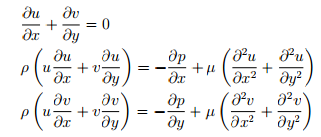
Получим следующую запись в дифференциальном виде, при условии турбулентной сжимаемости:



– коэффициент динамической вязкости.

Аналитическое решение не может быть найдено, обозначим направление решения численного.

Запишем систему процесса в декартовых координатах:



Рассмотрим решения, имеющие только одну компоненту скорости u(x, y), а v(x, y) ≡ 0. Первое уравнение немедленно даёт u=u(y), а третье — p=p(x). Тогда второе уравнение сводится к равенству:



Поскольку левая часть в этом равенстве зависит только от *x*, а правая только от *y*, то единственная возможность удовлетворить ему положить обе части константами:



Величина *i* представляет собой градиент давления, под действием которого происходит движение жидкости. Если движение происходит слева направо, давление в течении падает, и *i* больше *0*. Распределение скорости всегда параболическое:



Постоянные и определяются из граничных условий.

Задача оптимального поиска.

Как уже было сказано выше, будем решать задачу оптимального поиска оборудования вентиляционных вытяжек.

Рассмотрим установку вытяжки, представляющую, в упрощении, камеру с лопастным вентилятором, имеющую воздействие на фиксированный воздушный объем. Насыщение воздуха, вследствие изменения давления, будет характеризовать его масса на входе и выходе этого участка элементарного объема.

Введем обозначения:

- функциональная зависимость возникающего давления воздуха в камере вытяжки от угла поворота ротора

- расход воздуха в камере вытяжки, представляющий функциональную зависимость от

- показатель адиабаты газа вытяжки;

– удельные присоединяемые и отсоединяемые массы естественного притока воздуха (входные и выходные массы) на единицу объема;

– показатели энтальпии присоединяемых и отсоединяемых удельных воздушных масс;

*–* площадь сечения лопасти вентилятора вытяжки;

– номинальная частота привода вентилятора вытяжки.

В качестве критерия оптимизации будем рассматривать показатель потери напора по Вейсбаху-Дарси в камере насоса, минимальное значение которого гарантирует пропорционально возникающее ему сопротивление потока среды, что сказывается на эффективности работы вытяжки в целом:

Таким образом, если рассмотреть как функцию от переменных – конструкционных параметров, то можно, варьируя, этими параметрами, рассматривать задачу оптимизации, а не как конкретное число, а как функцию . В качестве таких параметров выберем и , так как они одновременно влияют на конструкционные особенности вытяжек и технологические свойства оборудования:

Таким образом, постановка задачи оптимизации будет следующая.

Найти S и ω, которые доставят минимум показателю потерь давления в камере вентилятора:

,

при связях, определяемых математической моделью:

ипри ограничениях на конструкционные параметры:

и их соответствующих начальных условиях:

.

В качестве метода решения системы уравнений математической модели выберем метод прогонки с релаксацией, как наиболее оптимальный в условиях огромного количества вычислений при процессе поиска оптимального решения.

Рассмотрим систему линейных алгебраических уравнений

|  |  |
| --- | --- |
| , |  |

где: А − матрица размерности ,

x=(x1,x2,...,xn)T− вектор решения,

*f=*(*f*1,*f*2,...,*fn*)T − вектор правых частей.

Суть метода состоит в том, что решение системы находится как предел последовательных приближений *x*(*n*) при *n*→∞, где *n* − номер итерации. Применение требует задания начального значения неизвестных *х*(0) и точности вычислений *ε*>0. Вычисления проводятся до тех пор, пока не будет выполнена оценка

|  |  |
| --- | --- |
| . |  |

Число итераций *n*=*n*(*ε*), которое необходимо выполнить для получения заданной точности *ε*, является основной оценкой качества метода.

Основная вычислительная формула имеет вид

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

В выражение  и  входят одинаковым образом, следовательно, при вычислениях они могут записываться в один и тот же массив. При реализации метода верхних релаксаций используется следующая форма записи алгоритма вычислений

|  |  |
| --- | --- |
| . |  |

При последовательном нахождении элемента ( *i*+1 итерации) на каждом шаге будут использоваться найденные ранее значения, которые при *k*<*j* соответствуют *i* +1 итерации, а при *k>j −* *i* итерации.

Приведенный метод резко сокращает количество вычислений, как например, в методе Якоби или Ньютона, что полезно в условиях пересчета и оптимизации решения

Методы решения задачи оптимального поиска

В качестве метода оптимизации был выбран метод наискорейшего спуска, поскольку функция концентрации имеет не овражный характер. Дадим краткое описание указанного метода.

Алгоритм такого метода, называемого методом наискорейше­го спуска, можно представить следующими этапами.

1. Задают исходную точку http://dit.isuct.ru/ivt/sitanov/Literatura/M171/Pages/Glava2_3_2_1.files/image010.gif.

    Оценивают величину начального шага  *λ0.*

    Определяют направление поиска путём вычисления частных производных в   точке *A0*

2. Делают переход от точки *А0* к точке *А1* по формуле :

3. Вновь определяют направление спуска, вычисляя частные про­изводные в   полученной точке

4*.*Делают переход к точке *А2*

    И так далее.

При этом параметр *λ* можно рассматривать как константу, а можно оценить или способом удвоения, или методом одномер­ной минимизации функции .

5. Поиск заканчивают, если

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

где ε - малая положительная величина.

Таким образом, формируются n шагов решения задачи оптимизации методом наискорейшего спуска, причем, благодаря выбору метода наискорейшего спуска, число перерасчетов систем сократится всего до нескольких. Что удобно в условиях поставленной задачи.

Расчет мощности вала

На основании заданной для вентилятора или насоса подачи и суммарного напора, а для компрессора — подачи и удельной работы сжатия определяется мощность на валу, в соответствии с которой может быть осуществлен выбор мощности приводного двигателя.

Для центробежного вентилятора, например, формула определения мощности на валу выводится из выражения энергии, сообщаемой движущемуся газу в единицу времени.

Пусть F — сечение газопровода, м2; m — масса газа за секунду, кг/с; v — скорость движения газа, м/с; ρ — плотность газа, кг/м3; ηв, ηп — кпд вентилятора и передачи.

Известно, что

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951508_1.png

Тогда выражение для энергии движущегося газа примет вид:

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951570_2.png

откуда мощность на валу приводного двигателя, кВт,

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951539_3.png

В формуле можно выделить группы величин, соответствующих подаче, м3/с, и напору вентилятора, Па:

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951568_4.png

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951529_5.png

Из приведенных выражений видно, что

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951519_6.png

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951489_7.png

Соответственно

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951502_8.png

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951559_9.png

здесь с, с1 с2 — постоянные величины.

Отметим, что вследствие наличия статического напора и конструктивных особенностей центробежных вентиляторов показатель степени в правой части может отличаться от 3.

Аналогично тому, как это было сделано для вентилятора, можно определить мощность на валу центробежного насоса, кВт, которая равна:

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951523_10.png

http://electricalschool.info/uploads/posts/2013-10/1382951516_11.png

где Q — подача насоса, м3/с;

Нг— геодезический напор, равный разности высот нагнетания и всасывания, м; Нс — суммарный напор, м; P2 — давление в резервуаре, куда перекачивается жидкость, Па; P1 — давление в резервуаре, откуда перекачивается жидкость, Па; ΔН — потеря напора в магистрали, м; зависит от сечения труб, качества их обработки, кривизны участков трубопровода и т. д.; значения ΔН приводятся в справочной литературе; ρ1 — плотность перекачиваемой жидкости, кг/м3; g = 9,81 м/с2 — ускорение свободного падения; ηн, ηп — к. п. д. насоса и передачи.

С некоторым приближением для центробежных насосов можно принять, что между мощностью на валу и скоростью существует зависимость Р = сω3 и М = сω2. Практически показатели степени у скорости меняются в пределах 2,5— 6 для различных конструкций и условий работы насосов, что необходимо учитывать при выборе электропривода.

Указанные отклонения определяются для насосов наличием напора магистрали. Отметим попутно, что очень важным обстоятельством при выборе электропривода насосов, работающих на магистрали с высоким напором, является то, что они весьма чувствительны к снижению скорости двигателя.

Основной характеристикой насосов, вентиляторов и компрессоров является зависимость развиваемого напора Н от подачи этих механизмов Q. Указанные зависимости представляются обычно в виде графиков НQ для различных скоростей механизма.

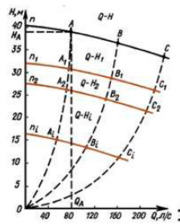


Рисунок 3 Зависимость напора Н насоса от его подачи Q.

Парабола подобных режимов — геометрическое место точек, определяющих при различных частотах вращения (скоростях) режимы работы насоса, подобные режиму в точке А. Пересчет точки В характеристики Q—H при частоте вращения n на частоты n1 n2 ni, даст точки В1, В2, Вi определяющие соответствующую параболу подобных режимов.

### 5.2. Информационное Обеспечение Сапр

В качестве хранений параметров расчета выберем табличный тип базы данных. Поскольку данные не являются сложными и не избыточны по отношению к памяти, а расчеты опираются на некоторые параметры. Адресуемые в адресном пространстве на одну ячейку памяти, только в случае расчетной части базы данных, выбор был отдан в пользу табличного типа баз.Табличная база данных содержит перечень объектов одного типа, то есть объектов, имеющих одинаковый набор свойств.

Такую базу данных удобно представлять в виде двумерной таблицы: в каждой ее строке последовательно размещаются значения свойств одного из объектов; каждое значение свойства - в своем столбце, озаглавленном именем свойства. Столбцы такой таблицы называют полями; каждое поле характеризуется своим именем (именем соответствующего свойства) и типом данных, представляющих значения данного свойства.

Поле базы данных - это столбец таблицы, содержащий значения определенного свойства. Строки таблицы являются записями об объекте; эти записи разбиты на поля столбцами таблицы, поэтому каждая запись представляет собой набор значений, содержащихся в полях.

Запись базы данных - это строка таблицы, содержащая набор значений свойств, размещенный в полях базы данных. Каждая таблица должна содержать, по крайней мере, одно ключевое поле, содержимое которого уникально для каждой записи в этой таблице. Ключевое поле позволяет однозначно идентифицировать каждую запись в таблице. Такую базу просто редактировать, она довольно наглядна для пользователя, является однозначно быстрой по скорости доступа к данным. В качестве ПО для информационного обеспечения выберем MS SQL Server – один из наиболее распространенных продуктов СУБД. Поясним выбор указанной СУБД, сравнив ее со вторым продуктом Oracle. Информационное обеспечение САПР состоит из несколькихтаблиц и отражена в приложении даталогической модели:

1) Таблица оборудования

Содержит поля типа аппаратов, как например двигателей, компрессоров, вытяжек и др., поля характеристик каждого отдельного аппарата

2) Таблица вентиляторов

Является расширением предыдущей таблицы и связана внешним ключом с ней. Такое деление позволяет избежать перегрузок памяти, также удобно и для оператора. Поскольку разные типы аппараты имеют разные свойства и, вообще, наборы свойств. Таблица вентиляторов является частным случаем такого деления.

3) Таблица помещений шахт

Имеет также внешний ключ по полю «Идентификатор шахты» и содержит данные о параметрах конструкций типовых шахт для каждого проекты, что необходимо в ходе расчета и ведения решения оптимальной задачи. Сюда можно отнести геометрические параметры помещения.

4) Таблица отчетов

Необходима для ведения подробной документации по каждому из проектов. Здесь присутствуют поля «Дата», также, поля «Идентификатор шахты» и «Тип вентилятора», для которых производился конкретный расчет проекта, который хранится по адресу в пространстве адресов сервера. Поля имеют внешнюю связь с полями вышеуказанных расчетных таблиц, что позволяет устранить избыток данных, орудуя адресации и ключами. Также каждая запись об очередном отчете хранит найденные параметры, что позволяет, при сходных входных параметрах, не производить пересчет данных, а использовать уже готовый проект с возможными дальнейшими доработками, реализуя. Тем самым, адаптивный метод планирования производства. Связь с внешней документацией осуществляется по полям адресов, что позволяет получать доступ к ней сразу же из модуля клиента БД – это облегчает работу оператора, сокращает время доступа и, соответственно, упрощает процесс проектировани.

### 5.3. Лингвистическое Обеспечение Сапр

Лингвистическое обеспечение - совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, которой обмениваются люди с ЭВМ и между собой в процессе автоматизированного проектирования.

Лингвистическое обеспечение представляет собой набор информационно-поисковых (используются в обслуживающих подсистемах), вспомогательных языков и языков проектирования, обеспечивающих взаимодействие пользователя и САПР.

Взаимодействие пользователя с подсистемами осуществляется посред­ством специализированного языка взаимодействия разрабатываемой САПР с пользователем, который организован в виде диалога с пользователем. Он включает в себя следующие виды диалога:

- «окно»,

- «меню»,

- «заполнение бланков».

В состав лингвистического обеспечения любой системы должны вхо­дить Язык Определения Данных (ЯОД) и Язык Манипулирования Данными (ЯМД). В состав лингвистического обеспечения данной САПР введен язык SQL, представляющий собой интеграцию ЯОД и ЯМД.

Язык SQL имеет мощные средства по определению и манипулирова­нию данными. Помимо этого общесистемное программное обеспечение по­зволяет создавать и выполнять SQL-сценарии для определения и модифика­ции данных, необходимых для работы САПР.

Главным недостатком языка SQL является наличие специальной подготовки у оператора для составления запросов при работе с базой данных. В целях снижения профессиональных требований к операторам необходимо построить диалоги системы с пользователем таким образом, чтобы SQL-запросы формировались неявно. Возможность использовать SQL-запросы напрямую должна быть предоставлена только администратору базы данных, обладающему достаточной квалификацией и опытом.

### 5.4. Техническое Обеспечение Сапр

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств, предназначенных для выполнения автоматизированного проектирования.

Техническое обеспечение делится на группы средств обеспечения программной обработки данных, подготовки и ввода данных, отображения и документирования, архива проектных решений, передачи данных. Совместно с программным обеспечением оно является инструментальной базой САПР, в среде которой реализуются другие виды обеспечения САПР.

Для эффективного функционирования системы автоматизированного проектирования необходимо подобрать такой комплекс технических средств, который позволил бы наиболее полно использовать возможности компьютерной техники производить все необходимые действия для получения нужного результата, а также являлся бы современным, надежным и доступным по цене организациям, осуществляющим проектирование. К используемым в данной дипломной работе техническим средствам предъявляют следующие основные требования:

- быстродействие;

- достаточный объем оперативной и внешней памяти;

- наличие необходимого программного обеспечения;

- совмес­тимость;

- приемлемая стоимость.

Объединение компьютеров в вычислительную сеть позволяет увели­чить производительность труда людей, работающих на них. Хорошо скоор­динированная группа людей способна выполнять более сложные проекты, состоящие из множества отдельных задач, а компьютерные сети помогают в решении связанных с этим проблем.

Компоненты технического обеспечения включают в себя средства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных и другие устройства, обеспечивающие функционирование САПР.

Технические средства данной системы позволяют решать следующие задачи:

- ввод исходных данных;

- отображение введенной информации с целью ее контроля и редактирования;

- создание проектной документации;

- обеспечение оперативного общения проектировщика с системой в  
процессе решения задач;

- преобразование информации;

- хранение информации;

- отображение промежуточных и конечных результатов.

Все рабочие станции данной системы объединены в сеть. Назначение компьютерной сети - поддержка обмена информацией между рабочими станциями. Достигается это при помощи выделения общих ресурсов. Компьютерные сети разделяются на глобальные и локальные. Локальные сети делятся на одноранговые и сети с выделенным сервером. В данной системе предлагается использование сети с выделенным сервером.

На физическом уровне сеть состоит из активного и пассивного коммуникационного оборудования. На программном уровне возможность общения рабочих станций в сети поддерживается средствами операционной системы MS Windows 2000 и драйверами сетевых устройств.

Пассивное оборудование включает построение кабельной системы – топологии сети. Наиболее приемлемым решением является применение то­пологии "звезда", которая в отличие от широко распространенной топологии "шина", позволяет следующее:

-обеспечивает более высокую надежность физических соединений, так как в сети с топологией "шина" разрыв ведет к полному останову работы сети, а в сети с топологией "звезда" разрыв кабеля ведет к отключению только одной рабочей станции;

-обеспечивает поддержку новых стандартов: ATM, Fast Ethernet,  
вплоть до поддержки Gigabit Ethernet.

В данном проекте применяется стандарт Fast Ethernet - ТХ (IEEE 802.3u). Этот стандарт позволяет применить сетевую карту Intel EtherExpress PRO 100. Стандарт построен по принципу уменьшения интервала ожидания между кадрами в 10 раз. Таким образом, интервал равен 0,09 мс вместо 0,9 мс. Применение такой технологии уменьшает затраты на переоборудование сети.

В качестве кабеля в сети используется витая пара пятого поколения, представляющая собой четыре перевитые пары, которые в свою очередь так­же перевиты. Витые пары этой категории имеют полосу пропускания 100 Mbit/c при условии использования соответствующей сетевой карты, на­пример, Intel EtherExpress PRO 100, и соответствующего стандарта (Fast Ethernet - ТХ).

Вместе с этим, фирма Intel, основываясь на проведенных тестах, советует для персональных компьютеров на базе процессоров Pentium использовать витую пару UTP-5.

Для формирования текстовой документации в системе имеется принтер Hewlett Packard LaserJet 1320. Технология печати - лазерная. Скорость пе­чати превышает 12 страниц в минуту. Разрешение 600 точек на дюйм, 120 уровней градации серого цвета. Возможна печать с разрешением 300 точек на дюйм с экономией тонера. Имеется большой выбор шрифтов.

Оператив­ная память - 2 MB, которую можно удвоить, а также нарастить до 50 Mb. Картридж рассчитан на 250 листов формата А4, возможна печать на листах меньшего формата. Есть возможность установки сетевой карты. Запаса тоне­ра хватает на 4000 страниц.

Для формирования графической документации используется струйный плоттер Hewlett Packard Design Jet 488 SA. Вывод может производиться на листы любого формат, включая формат АО. Технология

- черно-белая струй­ная печать, позволяющая плавно прорисовывать элементы чертежей. Существует возможность подключения плоттера к сети. Оперативная память 4Mb. Скорость вывода - за 3 мин один лист формата А1 с чертежом средней плотности.

В данной системе в качестве сервера сети, обеспечивающего функционирование подсистемы управления обработкой информации, используется персональный компьютер на базе процессора Pentium IV – 3.04 GHz, оперативной памятью 512 Mb и винчестером объемом 160 GB, установленного в рейд-массив RAID 1.Процессор такого уровня необходим для обеспечения функционирования технических и программных средств.

Объём памяти обоснован необходимостью функционирования ОС MS Windows 2000 Server и хранением массивов баз данных, к которым приклад­ное программное обеспечение будет обращаться очень часто в процессе ра­боты, т.к. базы данных постоянно пополняются. Установленный рейд-массив призван обеспечить более высокую надёжность хранения данных.

Для рас­четной подсистемы используются персональные компьютеры на базе процессора Intel inside core i7 с оперативной памятью объёмом 5GB с жестким диском объемом 500 GB.

Для подсистемы ввода/вывода информа­ции на базе процессора Intel inside core i7 с оперативной памятью объёмом 4 GB с жестким диском объемом 500 GB и видеокартой на чипе NVIDIA GeForce 750M. Это обусловлено наличием программных и технических средств, тре­бующих больших объемов памяти и мощности процессора, а также производительности видеокарты для системы визуализации.

Для поддержки бесперебойного питания используются источники бес­перебойного питания Smart - UPS 420 ВА. Возможности данного источника обусловлены технологией Interactive, которая заключается в применении ста­билизатора напряжения: при значении напряжения, не попадающем в предел от 180 до 260В, стабилизатор выравнивает его без включения батареи. Время срабатывания при включении батареи - 2-3 мс. Батарея позволяет работать в течении 10-15 мин, в течении которых работа персонального компьютера экстренно завершается. В источнике имеется в наличии встроенный сетевой фильтр, позволяющий отфильтровывать помехи. Источник обладает возмож­ностью подсоединения к компьютеру через последовательный порт и вывода информации.

Существует возможность программирования источника, вплоть до программирования поддержки расписания работы источника (время включения и выключения).

Перечисленные выше технические средства достаточны для обеспечения функциональности системы автоматизированного проектирования, разрабатываемой в рамках данного дипломного проекта

### 5.5 Программное Обеспечение Сапр

Программное обеспечение САПР объединяет комплекс программ для систем обработки данных на машинных носителях. Программное обеспече­ние (ПО) делится на общесистемное, базовое и прикладное. Общесистемное ПО предназначено для организации функционирования технических средств, т.е. для планирования и управления вычислительным процессом, распределения имеющихся ресурсов, и представлено операционными системами.

В прикладном ПО реализуется математическое обеспечение для непосредст­венного выполнения проектных процедур. Прикладное ПО реализуется в ви­де пакетов прикладных программ, каждый из которых обслуживает опреде­ленный этап процесса проектирования. В базовое ПО включают программы, обеспечивающие правильное функционирование прикладных программ.

Для решения задачи автоматизированного проектирования использу­ется прикладное программное обеспечение представленное пакетом про­грамм, обеспечивающих ввод исходных данных, поиск и запись информации в базу данных, решение задачи оптимального проектирования, а также под­готовку на печать текстовой документации по проекту.

Пакет программ КОМПАС представляет собой предназначенную для ЭВМ прикладную систему автоматизации чертежных работ. Прикладные системы автоматизации чертежных работ являются очень мощным инструментальным средством. Виртуально нет ограничений на те виды чертежных работ, которые могут быть выполнены с использованием системы КОМПАС.

Для формирования текстовой документации используется текстовый процессор MS Word 2010, который предоставляет широкий спектр возможностей для создания и редактирования текстовых документов.

Данный программный продукт позволяет использовать стандартные элементы для формирования необходимых документов из часто используемого или готового содержимого (шаблонов). Это позволяет исключить неоправданные затраты времени на повторное создание содержимого и обеспечивает единообразный вид всех документов, создаваемых для функционирования системы описание прикладного обеспечения.

Для написания прикладных программ была использована среда для прикладного программирования Borland C++ Bulder.

В данном проекте в состав разработанного программного обеспечения входят:

- модуль ввода исходных данных

- модуль расчета основных параметров шахт, решения задачи оптимизации системы вентиляции.

- модуль базы данных.

- модуль формирования отчетной документации.

Благодаря принципу модульности языка Borland C++ Bulder, все пять модулей объединены в одну программу.

В качестве общесистемного ПО использованы операционные системы MS Windows 2000 Server и MS Windows 2000 Professional.

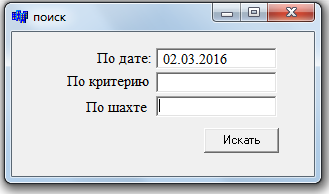
Подготовка пакета чертежей осуществляется с помощью программы КОМПАС-3D v12.. Для работы с базой данных рекомендовано использование СУБД MS SQL Server 2000.

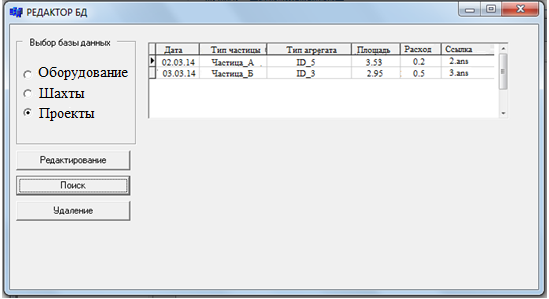
Для обеспечения наилучшей сохранности данных необходимо использовать утилиты архивирования данных на съёмные носители и периодически проводить проверку состояния технических средств с помощью соответствующих утилит.

### 6. ПРИМЕР РАБОТЫ САПР

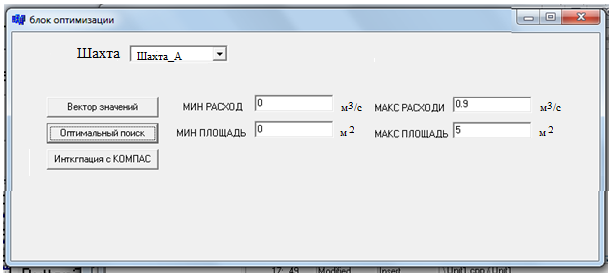
### 6.1. Решение Задачи Оптимизации

Начнем с рассмотрения модуля работы с базами данных. Можем выбирать соответствующую базу и, соответственно, редактировать записи



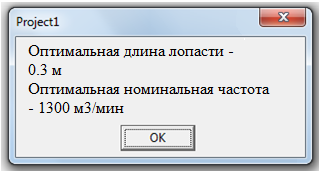


Далее рассмотрим основной модуль нахождения оптимальных параметров устройства вентилятора в общей схеме вытяжки. Системой измерения единиц в приведенных модулях ПО является система СИ (метры, метры в секунду) что довольно просто и в реализации связи с «Компас», работающего под той же системой ведения измерений и генерации чертежей по ГОСТ

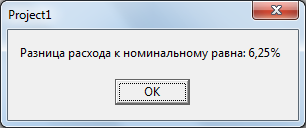


Видим, программа, при помощи поддержки связи с графическими библиотеками обрисовки, демонстрирует распределение функции критерия по варьируемым переменным

Ответом по модели будет:



Значение полученного расхода будет отличаться от табличного значения:



Из имеющейся базы воздушных вентиляторов был выбран аппарат, условно названный в базе как «Тип В». Таким образом, решение по блоку оптимизации дает не только конструкционный параметр площади, но еще и параметр расхода, ориентируясь на который мы и определяем оборудование компрессора составляющего, в целом, аппарат схемы вентиляции в общей линии переработки.

Таким образом, было получено оптимальное решение поставленной задачи. Для продолжения работы ПО с точки зрения конструкторской визуализации, указанный модуль имеет связь с пакетом «Компас», что позволяет напрямую транслировать заранее обсчитанные модели (см. Приложение Д) с разницей в спецификации и параметром площади шахты в условии решения задачи оптимального поиска.

Итак, при исходных данных для выбранного нами типа шахты как «тип А» имеем по готовым таблицам проектирования линий вытяжки и общим рекомендациям по связи для указанного размера блока камеры приводится агрегат с параметрами 0,8. Учитывая, даже с округлением найденного решения до 0,75 по номиналу, разница только между номиналами подаваемого расхода составляет уже 6,25 процент. Это означает не только общий расход подаваемого воздуха из шахт, но еще и расход энергии на поддержания мощности подачи этого «излишка» воздуха, что совсем критично в условиях непрерывного производства при варьировании лопастью. Таким образом, экономя на номинальном расходе, мы экономим на мощности потребления компрессором при соответствующем выборе аппарата по номиналу расхода, экономим на закупке оборудования и энергопотреблении – и все это при условии, что установка дробления работает в оптимальном режиме.

### 7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система автоматизированного проектирования (САПР) вентиляции шахт при решенние задачи оптимизации таким образом, было получено оптимальное решение.Разница только между номиналами подаваемого расхода составляет уже 6,25 процент. Это означает не только общий расход подаваемого воздуха из шахт, но еще и расход энергии на поддержания мощности подачи этого «излишка» воздуха.

Также для проектированной САПР были разработаны структурная, функциональная и даталогическая схемы. Применение данной САПР позволяет получать эффективные проектные решения для вентиляции шахт. Оно является самым важным и ответственным безопасности для рабочих и природы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Пучков Л.А., Медведев И.И. Аэрология горных предприятий. М., «Недра», 1987.

2. Ушаков К.З., Михайлов В.А. Аэрология карьеров. М., «Недра», 1985.

3. Правила безопасности в угольных шахтах. М., 1995.

4. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных ироссыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом.М., 1996.

5. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезныхископаемых открытым способом. М., 1992.

6. Правила безопасности при строительстве метрополитенов и подземныхсооружений. М., 1994.

7. СНиП Ш-4-80. Гл. 4 «Техника безопасности в строительстве». М., 1981.

8. Бересневич П.В., Михайлов В.А., Филатов С.С. Аэрология карьеров.Справочник. М., Недра, 1990.

9. Танцов П.Н. Актуальность перехода к динамическому расчёту шахтных вентиляционных сетей, // Горный информационно-аналитический бюллетень, (технический журнал), 2013 - №8, С. 345 - 349.

10. Жердев A.A., Петров Е.Г., Танцов П.Н. Прикладное программное обес- печение акустического спирометра, // Горный информационно-аналитический бюллетень (технический журнал), отдельные статьи - Математическое обеспе- чение САПР акустического спирометра и прикладное программное обеспече- ние спирометрии, 2011 -№7 , С. 8-12 .

11. Хартман, Говард, Mutmansky Ян и Ван Ю., Шахта вентиляции и кондиционирования воздуха, Wiley Interscience,

1997.

12. МакФерсон, Малькольм, подповерхностных Вентиляция и инженерной экологии, Чапмен & зала, 1993.

13. Костас Fytas и Пьер Тибо, EOLAVAL: мине Вентиляция Дизайн Программное обеспечение, представленное на первой Международная конференция по информационным технологиям в горнодобывающей промышленности (через Интернет), организованный национальным техническим университетом Афин, Греция, 1-12 декабря 1997 года.

14. Костас Fytas и Пьер Тибо, Труды Международного симпозиума по седьмой планирования горных работ иОборудование Выбор (MPES), Калгари, 6-9 октября, 1998, А. А. Balkema, стр. 795-802

15. Нечаев А. В. О некоторых особенностях выделения метана при газо- динамических явлениях. Науч. труды ИГД им. А.А.Скочинского, 1981, сб. 195. Вопросы внезапных выбросов угля и газа в «угольных шахтах, с. 42-46.

16. Долинский В.А., Кривцун Г.П., Лебедев Я.Я. Структура и аэродина- мические свойства шахтных вентиляционных систем. // Науковий вісник НГУ. – Дніпропетровськ:– 2002. – № 6. – С. 85 – 89.

17. Голинько В.И, Яворская Е.А., Лебедев Я.Я. К вопросу обоснования рациональных параметров элементов вентиляционных сетей марганцевых шахт // Збірник наукових праць НГУ. – Дніпропетровськ: – 2009. – № 32. – С. 254– 262.

### ПРИЛОЖЕНИЕ А

### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА САПР

И.О.

- «Шахты.sql»

- «Оборудование.sql»

- «Вытяжки.sql»

- «Отчеты.sql»

АРМ1

Подсистема расчетов нагрузок

Подсистема моделирования турбулентности

Л.О.  
- диалог ввода входных параметров

- пользовательский интерфейс выбора типа расчета или моделирования

М.О.

- формулы решения расчета кинематики

- аппарат решения задачи оптимального поиска конструкции вытяжки

- аппарат поиска значений моментов

П.О.

–Windows 8.1 Pr.

- solution1.exe

- OpenOffice 6.3

Т.О.

-Системный блок Intel core i-5

-ОЗУ 8 GB

-ПЗУ 500 GB

-Монитор acer k192holb

- Мышь logitech M100 Black

- клавиатура acer ASPIRE 5810T

- Сканер Hewlett Packard LaserJet 1320

Продолжение приложения А

АРМ2

Подсистема работы с архивом документации

Подсистема компиляции проектов

Л.О.  
- диалог редактирования таблиц БД

- пользовательский интерфейс распределения прав доступа к данным

- пользовательский интерфейс поиска по базе проектов

П.О.

–Windows 8.1 Pr.

- solution4.exe

- OpenOffice 6.3

- MS SQL SERVER 2012

-Серверный модуль hp RDX1000

-«Компас3D Viewer V16(64-разрядный)»

И.О.

- «Шахты.sql»

- «Оборудование.sql»

- « Вытяжки.sql»

- «Отчеты.sql»

Т.О.

-Системный блок Intel core i-5

-ОЗУ 8 GB

-ПЗУ 500 GB

-Монитор acer k192holb

- Мышь logitech M100 Black

- клавиатура acer ASPIRE 5810T

- Сканер hp scanjet 200 (CIS,A4,2400x4800 bit)

### ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### СХЕМА РАБОТЫ САПР

НАЧАЛО

Подсистема работы с базами данных, как готовых проектов, так и баз параметров оборудования. Осуществляем поиск по базам, редактирование, удаление полей баз, выборка проектов

Расчет?

А

Редактирование БД?

Таблицы:

«Проекты»

«Шахты»

«Вытяжки»

«Оборудование»

Выбор базы

Блок редактирования

Искать?

Параметры

По дате?

Таблица

«Проекты»

Дата, проект

Выборка проекта

Проект

\

Б

продолжение приложения Б

Подсистема блока подготовки  
Осуществляем проектирование первой половины линии переработки резины

А

Требования заказчика

размещение несущих металлоконструкций и линий газоходов

Таблица

«Шахты»

Расчет по Навье-Стоксу

проектирование естественной вентиляции

Таблица

«Оборудование»

оснащение естественной вентиляции

В

выбор транспортного вентилятора

Причины нерентабельности линии

проектирование пылевого циклона сборника

Решение о принятии линии

подбор пылевого сепаратора загрязнения

Г

В

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Г

Ж

Требования заказчика

Таблицы

«Шахты»

«Оборудование»

«Вытяжки»

компоновка вентилятора высокого давления

установка устройств фильтра

Блок проектирования вытяжки.

Здесь будет рассмотрена задача оптимального поиска конструкторского решения, также задача выбора аппарата компрессора

Параметры-ограничения

Значение критерия оптимально?

Д

Кинематический расчет

Выбор начальных значений расчета матмодели

Градиентный метод сдвига параметров

Блок расчета матмодели

продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Подсистема оформление проектов по ГОСТ

Взаимодействие с пакетом программ «Компас» занесение проектов в архив

Е

Таблица «Оборудование»

Д

оснащение оборудованием

Таблицы

«Частицы»

«Оборудование»

«Компрессоры»

проектирование циклона сборника

Оформление проекта по ГОСТ

Автозаполнение, соединение с «Компас»

Автозанесение в базу проектов

Таблицы

«Проекты»

Б

Проект

проектирование пылевого циклона

трассировка электрооборудования

Компоновка металлоконструкций и газоходов

Компоновка модулей проекта

КОНЕЦ

Решение о принятии линии

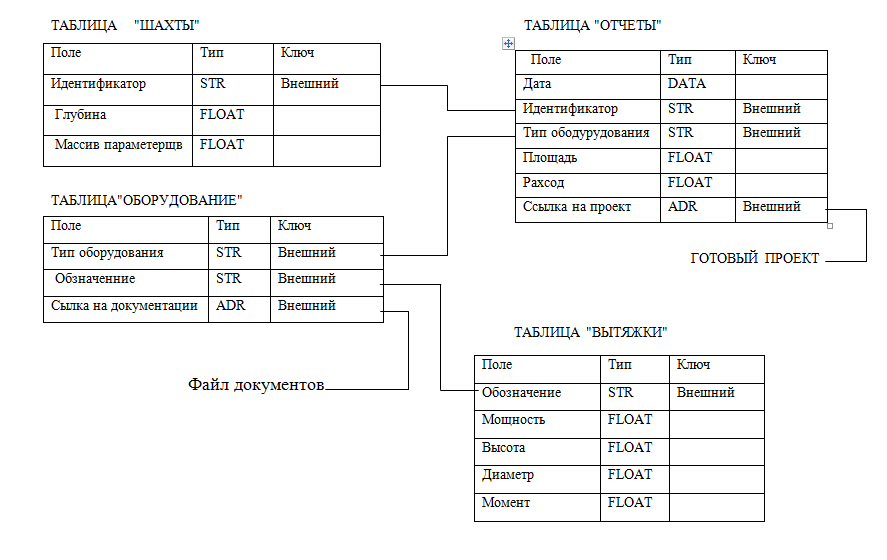
Причины нерентабельности линии

Ж

Е

### ПРИЛОЖЕНИЕ В

### ДАТАЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ



### ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### МАТМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

доставят минимум показателю потерь давления в камере вентилятора:

При ограничениях на конструкционные параметры:

и их соответствующих начальных условиях:

Перейдем к постановке задачи оптимизации.

Необходимо найти такие значения параметров и , которые при их подстановке в модель динамики воздуха в камере вентилятора и решении системы уравнений математической модели:

### ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ

