

Д-р техн. наук, проф.

О.Я. КОКОРИН

МГСУ,

В.В. НЕВСКИЙ

ЗАО «Данфосс»

Обеспечение энергосберегающих режимов функционирования аппаратов СКВ с помощью новых регуляторов фирмы «Данфосс»

The benefits of use of regulators ECL Comfort 300 for energy consumption reduction in air conditioning systems are shown. Numerical examples for air conditioning in winter and summer periods for Moscow climate are given.

Обеспечение энергосберегающих режимов круглогодичного функционирования аппаратов систем кондиционирования воздуха (СКВ) невозможно без надежного автоматического управления. Фирма «Данфосс» непрерывно совершенствует действующие и разрабатывает новые приборы автоматизации аппаратов для охлаждения и нагрева воздуха в системах тепло- и холодоснабжения зданий.

Современные СКВ должны работать с минимальным расходом электроэнергии.

Одно из условий снижения энергопотребления СКВ заключается в проектировании приточных и вытяжных агрегатов с минимально возможным расходом воздуха. Этот расход регламентирован санитарными нормами подачи приточного наружного воздуха в обслуживаемые помещения [3].

На рис. 1 показана энергетически рациональная местно-центральная СКВ, в которой количество приточного наружного воздуха $L_{\text{пр}}$, приготовляемого в приточном агрегате, не превышает санитарную норму [1]. Приготовленный приточный наружный воздух подается через ламинарные воздухо-распределители 2 непосредственно в рабочую зону обслуживаемого помещения 1. Удаление нагретого и загазованного воздуха L_y из верхней зоны помещения повышает поглотительную способность по отведению тепло-, влаго- и газовыделений. Поддержание требуемой температуры воздуха t_n

в рабочей зоне помещения 1 обеспечивается регулированием тепло- или холодопроизводительности местного агрегата 3, в котором соответственно нагревается или охлаждается внутренний воздух, циркулирующий с помощью вентилятора. В зависимости от настроенного значения t_n автоматически изменяется объемная производительность вентилятора.

Автоматическое поддержание температуры воздуха t_n обеспечивает электронный регулятор ECL Comfort 300 с программным управлением (см. рис. 1). Главная особенность этого прибора — возможность его автоматического программирования на требуемые параметры с помощью вставляемых в него пластиковых карт с микрочипом. Каждая карта отражает особенность регулирования одной из сфер применения автоматических приборов. На карте напечатано содержание позиций переключателя регулятора для упрощения выполнения монтажных и эксплуатационных настроек. Карта оснащена функцией памяти для записи персональных настроек регулятора и их переноса вместе с картой на другой прибор. Без карты невозможно внести изменения в настройку прибора.

Для программного управления аппаратами СКВ и вентиляторных установок разработана карта C14. Регулятор ECL Comfort 300 при использовании карты C14 позволяет автоматизировать СКВ различных схемных решений. Применение схемы местно-центральной СКВ, представленной на рис. 1, значительно (до 60 %) сокращает годовые затраты тепла на нагрев приточного наружного воздуха. Первоначальный нагрев приточного наружного воздуха $L_{\text{пр}}$ осуществля-

ется в установке утилизации теплоты вытяжного выбросного воздуха L_y . В состав установки утилизации входят теплообменник 5, смонтированный в воздушном тракте вытяжного агрегата, и воздухонагреватель первой ступени 6, смонтированный в воздушном тракте приточного агрегата. Эти теплообменники связаны трубопроводами, по которым циркулирует незамерзающая жидкость (антифриз). В теплообменнике 5 теплота передается от воздуха антифризу, в воздухонагревателе 6 — от антифриза воздуху. Для суровых зим России установка утилизации с насосной циркуляцией антифриза — единственная, в которой не требуется предподогрев приточного наружного воздуха при температуре ниже -9°C [1]. При низких температурах наружного воздуха, характерных для большинства климатических районов России [3], теплоутилизаторы, применяемые в европейских странах (пластинчатые, ротационные и из тепловых трубок), обмерзают.

Окончательный нагрев приточного воздуха до рациональной температуры притока t_n осуществляется в воздухонагревателе второй ступени 7, через который насосом подается горячая вода. Это обеспечивает надежную и эффективную работу воздухонагревателя. Для автоматического регулирования расхода горячей воды через воздухонагреватель второй ступени 7 установлен клапан 8 с электрическим приводом. Фирмой «Данфосс» разработаны новые типы высокоточных регулирующих клапанов для регулирования расходов горячей или холодной жидкости [4].

Изменения режимов работы аппаратов СКВ в зависимости от температуры наружного воздуха t_n осуществляются по программе автоматического управления, заложенной при настройке регулятора 4. С повышением температуры наружного воздуха t_n сокращается расход тепла через воздухонагреватель второй ступени 7. При нагреве приточного воздуха в установке утилизации до требуемого значения t_n остановится рециркуляционный насос и прекратится расход горячей воды через теплообменник 7.

При подаче приточного воздуха в рабочую зону помещения, как это показано на схеме рис. 1, в холодный период года температурный перепад ($t_n - t_{\text{пр}}$) по условиям теплового комфорта должен быть не более 3°C [3]. В теплый период года этот перепад может быть увеличен до 6°C . Зимой при комфортном кондиционировании в общественных зданиях ниже комфортное значение тем-

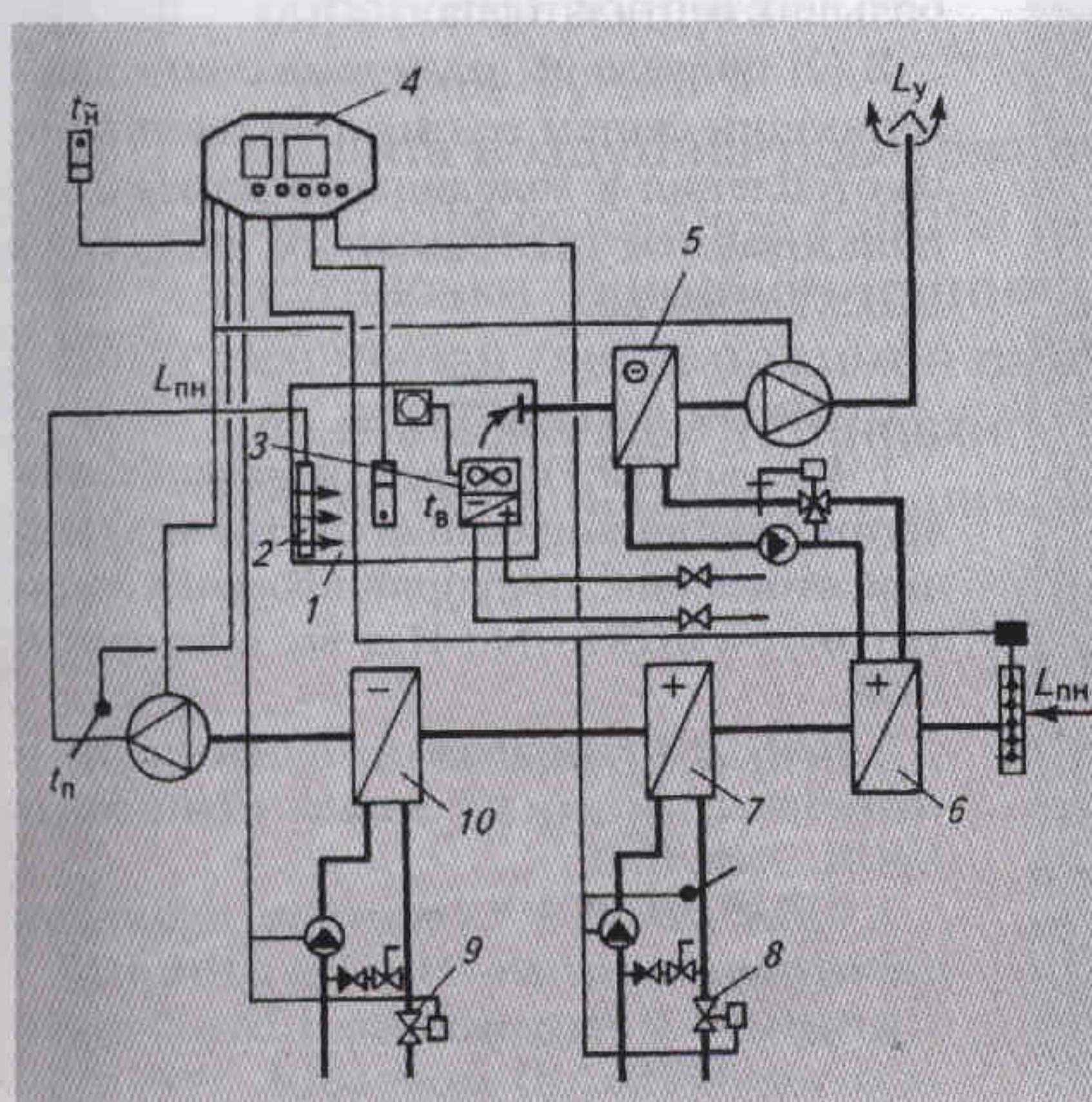


Рис. 1. Схема программного управления с помощью электронного регулятора ECL Comfort 300 местно-центральной СКВ, функционирующей по энергосберегающей технологии:

- 1 — обслуживаемое помещение;
- 2 — ламинарный воздухо-распределитель подачи приточного воздуха в рабочую зону;
- 3 — местный агрегат для нагрева или охлаждения внутреннего воздуха;
- 4 — регулятор ECL Comfort 300;
- 5 — утилизационный теплообменник в канале вытяжного воздуха;
- 6 — воздухонагреватель первой ступени;
- 7 — воздухонагреватель второй ступени;
- 8 — клапан регулирования расхода горячей воды;
- 9 — клапан регулирования расхода холодной воды;
- 10 — воздухоохладитель

температуры воздуха в рабочей зоне помещения $t_n = 20^\circ\text{C}$ [3]. Летом при расчетных параметрах наружного воздуха в климате средней полосы России комфортное значение $t_n = 25^\circ\text{C}$. Для экономии энергии в переходный период года при допустимом изменении t_n от 20 до 25°C регулятор 4 автоматически отключает как нагреватель, так и охладитель воздуха.

В теплый период года для поддержания $t_n = 25^\circ\text{C}$ (на верхнем уровне теплового комфорта) в воздухоохладителе 10 приточного агрегата должна поступать вода, охлаждаемая холодильными машинами. Основные теплопритоки в помещении 1 отводят в местном агрегате 3, в теплообменник которого от холодильной станции насосом (на схеме рис. 1 не показан) подается холодная вода. Применение программного регулятора 4 автоматизирует режимы круглогодичной тепловой обработки приточного наружного воздуха в приточном агрегате. Автоматизация работы местного агрегата 3 осуществляется, как правило, с помощью автономного регулятора температуры.

На I, d -диаграмме влажного воздуха (рис. 2) представлено построение круглогодичных режимов работы местно-центральной СКВ в общественном здании (для климата г. Москвы). В холодный период года при расчетной температуре наружного воздуха $t_n^x = -26^\circ\text{C}$ по параметрам Б [3] в рабочей зоне помещения поддерживаются температура и относительная влажность на минимальном уровне теплового комфорта: $t_n = 20^\circ\text{C}$ и $\phi_n = 30\%$ (точка B^x). Минимальное количество приточного наружного воздуха $L_{\text{пр}}$ в первой ступени установки утилизации нагревается от H до H_y . На этот нагрев используется теплота вытяжного выбросного воздуха L_y . Для установки утилизации справедливо уравнение теплового баланса

$$L_{\text{пр}} \rho_{\text{пр}} c_p (t_{\text{н}} - t_n^x) = L_y \rho_y (I_{y1} - I_{y2}).$$

Из построения пунктирными линиями на рис. 2 видно, что процесс отвода теплоты от вытяжного воздуха протекает с конденсацией влаги из охлаждаемого выбросного воздуха. Если на наружной обрешеченной поверхности теплообменника 5 будет отрицательная температура, то сконденсировавшаяся влага превратится в иней и лед, которые перекроют каналы для прохода воздуха через теплообменник. Нарушится воздушный баланс в помещении ($L_{\text{пр}} > L_y$) и резко снизится эффективность теплоутилизации. Поэтому расчет режима утилизации проводится для условий поддержания на обрешеченной поверхности теплообменника 5 положительной температуры. Минимальная температура поверхности теплообменника 5 принята $t_f = 2^\circ\text{C}$ [1]. Процесс охлаждения и осушения удаляемого вытяжного воздуха обозначен на рис. 2 пунктирной линией $Y_1 - Y_2 - f$. Методы расчета установок утилизации теплоты вытяжного воздуха изложены в работе [1].

В расчетных условиях холодного периода года в климате г. Москвы теплоту вытяжного воздуха в общественных и жилых зданиях принято использовать для нагрева приточного наружного воздуха с $t_n = -26^\circ\text{C}$ до $t_{\text{н}} = -6^\circ\text{C}$. Минимальная температура притока по условиям комфортного поступления в рабочую зону $t_{\text{н.мин}} = 17^\circ\text{C}$, что достигается нагревом приточного наружного воздуха в воздухонагревателе второй ступени, питаемом горячей водой. Дневные часы характеризуются повышением t_n . При этом температура приточного воздуха $t_{\text{н}}$ после установки утилизации возрастает, а требуемый нагрев горячей водой в воздухонагревателе снижается. За годовой цикл работы установки утилизации расход тепла в воздухонагревателе второй ступени сокращается до 60 %. Температура притока принята $t_{\text{н.мин}} = 17^\circ\text{C}$ для возможности обеспечения помещений природным холодом, что требуется даже в холодный период года при наличии значительных

теплопритоков от солнечной радиации. При этом автоматически снижается или даже прекращается нагрев внутреннего воздуха в теплообменнике местного агрегата. При расчетных теплопотерях через наружные ограждения нагрев в теплообменнике местного агрегата соответствует процессу $B^x - B_m$.

В переходный период года при температуре наружного воздуха $17...21^\circ\text{C}$ в СКВ не требуется затрат электроэнергии на изменение параметров приточного воздуха. Пределы изменения параметров воздуха в рабочей зоне помещения показаны на рис. 2 заштрихованной площадью.

В расчетных условиях теплого периода года в воздухоохладителе приточного агрегата приточный наружный воздух охлаждается до $t_{\text{ок}} = 21^\circ\text{C}$. Нагреваясь на 1°C в вентиляторе и приточных воздуховодах, приточный наружный воздух поступает по ламинарному воздухораспределителю с $t_n = 22^\circ\text{C}$ и поглощает излишки тепла и влаги по высоте помещения (процесс $\Pi - B - Y$ на рис. 2).

Для поглощения основных теплопритоков в помещении служит внутренний воздух, охлажденный в теплообменнике местного агрегата (процесс $B - OX_m$ на рис. 2). При уменьшении теплопритоков в помещении (например, при снижении интенсивности солнечной радиации через окна) происходит автоматическое сокращение потребления холода в теплообменнике местного агрегата.

Фирма «Данфосс» может осуществить полную комплектную поставку приборов для выполнения программного автоматического управления аппаратами СКВ:

- электронный регулятор ECL Comfort 300 с крепежным комплектом;
- температурные датчики;
- термостат защиты воздухонагревателя от замерзания;
- моторные регулирующие клапаны для трубопроводов подачи тепло- и хладоносителей;
- запорную трубопроводную арматуру, обратные клапаны и сетчатые фильтры для воды;
- циркуляционные насосы фирмы «Грундфос»;
- мягкие пускатели для электроприводов больших вентиляторов.

В [2] приведены различные схемы автоматизации систем вентиляции, воздушного отопления и холодильных камер с использованием программного регулятора ECL Comfort 300.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокорин О.Я. Энергосберегающие технологии функционирования систем вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха (систем ВОВ).—М.: Изд-во. «Проспект», 1999.
2. Невский В.В. Приборы автоматизации вентиляторных систем от фирмы «Данфосс»// АВОК. 2000. № 2.
3. СНиП 2.04.65—91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.—М.: ГУП ЦПП, 1997.
4. Чаплин Г.П. Регулирование тепловой нагрузки по технологии XXI века//АВОК. 1999. № 3.

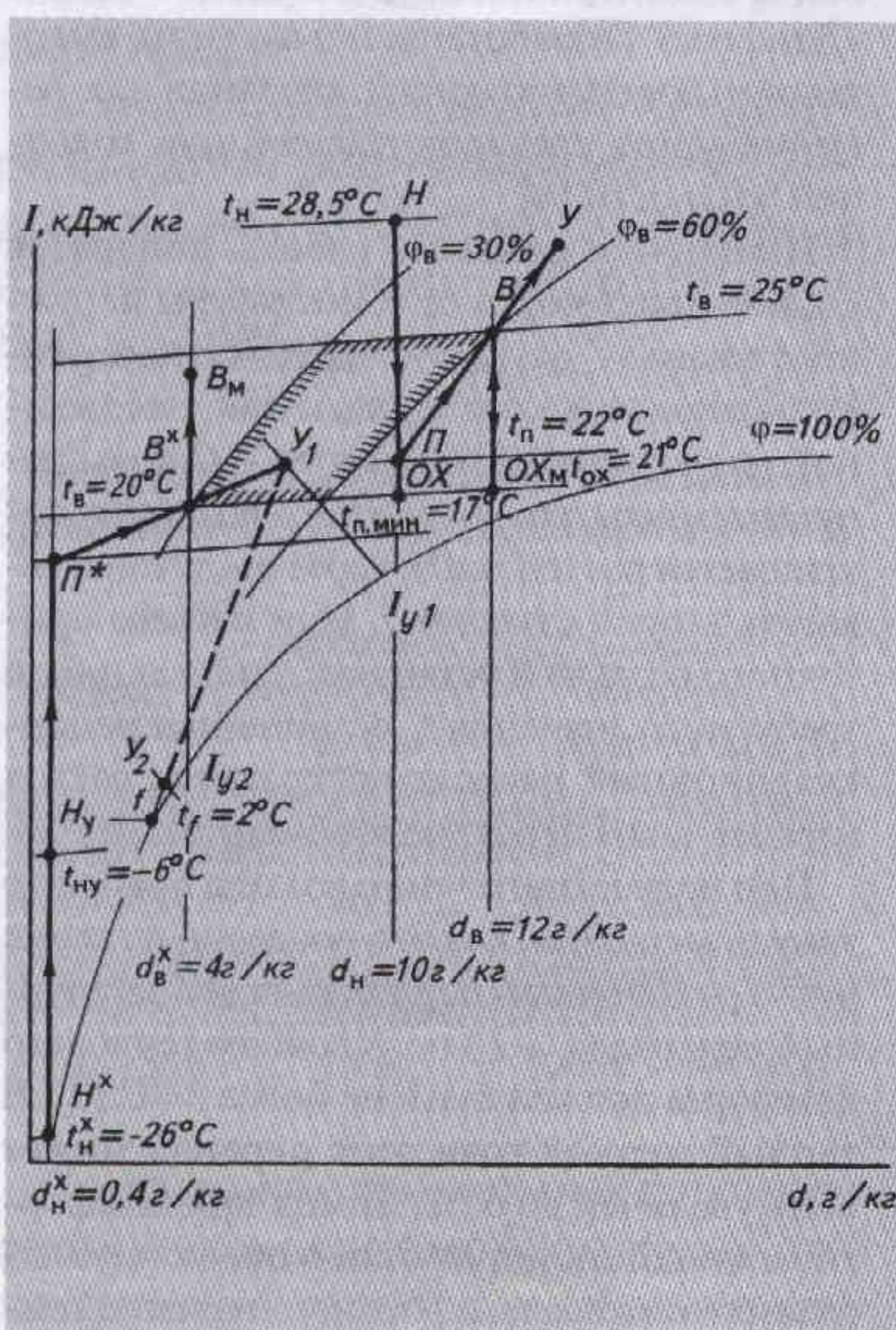


Рис. 2. Построение на I, d -диаграмме круглогодичных режимов работы местно-центральной СКВ при комфортном кондиционировании.

Обозначения процессов в холодный период года:
 $H - H_y$ — нагрев в установке утилизации приточного наружного воздуха;
 $Y_1 - Y_2$ — извлечение теплоты вытяжного воздуха на нагрев приточного наружного воздуха в установке утилизации;
 $H_y - P^*$ — нагрев приточного воздуха в калорифере второй ступени;
 $P^* - B^x - Y_1$ — процесс поглощения вытяжным воздухом тепло- и влаговыделений в помещении;
 $B^x - B_m$ — нагрев внутреннего воздуха в теплообменнике местного агрегата.
 В теплый период года:
 $H - OX$ — охлаждение санитарной нормы приточного наружного воздуха в воздухоохладителе приточного агрегата;
 $OX - \Pi$ — нагрев в приточном вентиляторе и воздуховодах;
 $\Pi - B - Y$ — процесс поглощения вытяжным воздухом тепло- и влаговыделений в помещении;
 $B - OX_m$ — охлаждение внутреннего воздуха в теплообменнике местного агрегата