Определение производительности и тепловой мощности агрегатной группы

Точный расчет параметров теплогенератора достаточно сложен и основан на допустимых уровнях предельной концентрации отравляющих веществ (ПДК), составах растворителей и их количественном соотношении в лакокрасочных материалах, а также с учетом метода нанесения лакокрасочного покрытия и размеров окрасочной кабины. Методика точного расчета приведена на соответствующей странице раздела ПОДДЕРЖКА. Здесь мы дадим некоторые рекомендации для упрощенного определению требуемой производительности вентиляторов и тепловой мощности агрегатных групп в зависимости от распространенных норм скорости движения воздушного потока в рабочей зоне маляра, схем воздухооборота в камере и габаритных размеров окрасочной кабины.

Существуют определенные формулы расчета, полученные эмпирическим путем и проверенные многолетней практикой эксплуатации окрасочно-сушильных камер. Эти формулы просты и основой для расчета в них является задаваемая пользователем скорость потока воздуха в рабочей зоне, которая колеблется в пределах от 0,15 до 0,25 м/сек и определяется требованиями к качеству окраски. Указанные скорости потоков воздуха (при равномерном движении воздушного потока во всем сечении окрасочной кабины) гарантированно обеспечивают комфортные и безопасные условия работы маляра, а также нормальные условия для нанесения лакокрасочного материала на поверхность изделия.

При выборе этого параметра следует учитывать следующие факторы:

- размеры и конструкцию окрашиваемого изделия
- требования к качеству окраски
- энергетические и финансовые возможности

Размер окрашиваемого изделия достаточно сильно сказывается на распределении воздушного потока внутри окрасочной кабины, независимо от ее конструкции. При небольших размерах изделия по отношению к сечению окрасочной кабины (например, дверь а/м, корпус редуктора, фасадная панель и пр.) или его каркасной конструкции с небольшими сечениями составляющих элементов (например, металлическая ферма, каркас багги, погонажные столярные детали) это влияние мало, но при сопоставимых размерах (вследствие перекрытия проходного сечения) скорость потока в рабочей зоне может возрасти на порядок и выше (например, при размещении в камере кузова автомобиля, емкости большого объема, ж/д вагона и пр.). Исходя из этого минимальную скорость воздушного потока принимают при условии его движения в пустой окрасочной кабине.

Выделим основные факторы на которые влияет скорость потока воздуха в рабочей зоне :

1. При больших скоростях потока воздуха возможно образование следующих дефектов:

- возможное образование ряби на окрашиваемой поверхности
- стягивание поверхностной пленки из-за ее быстрого высыхания
- сдувание факела распыляемой краски, что приводит к повышенному ее расходу
- увеличение времени сушки внутренних слоев краски вследствие затрудненного испарения растворителя из-под плотной поверхностной пленки. Выбирая скорость потока в интервале 0,15-0,25 м/с, вы с высокой степенью вероятности избежите этих проблем.

2. При малых скоростях потока возникают следующие проблемы:

- трудно добиться равномерной сушки покрытия по всей площади изделия
- возрастает инерционность нагревателя, что приводит к большим колебаниям температуры около уставки
- есть риск перегрева нагревателя и быстрого выхода его из строя
- увеличивается количество отражаемого распыла краски, которая повторно осаждается на окрашиваемую поверхность, снижая блеск покрытия и приводя к дополнительным затратам на последующую полировку окрашенной поверхности.

Необходимо также помнить о том, что скорость движения воздушного потока прямо пропорциональна производительности применяемого вентилятора и его потребляемой мощности, поэтому увеличивая скорость движения воздуха в камере вы увеличиваете расходы на приобретение оборудования большей мощности и производительности, а также текущие расходы на электроэнергию и энергоносители, которые используются для нагревания воздушного потока, подаваемого в камеру.

Вернемся к вышеупомянутой формуле расчета производительности вентиляторов теплогенератора. Она имеет следующий вид:

$V = v*S*3600$

где, V - производительность вентилятора, м³/ч

v - выбранная скорость движения воздушного потока в пустой окрасочной кабине, м/с

S - сечение окрасочной кабины в рабочей зоне маляра, определяемое в плоскости, перпендикулярной направлению движения воздуха, м²

3600 - коэффициент перевода из м³/с в м³/ч

ПРИМЕР 1. Окраска автомобиля

Зададим начальные параметры:

- внутренние размеры окрасочной кабины, Д*Ш*В: 7*4*3 м
- направление движения воздушного потока: вертикальное (подача воздуха в камеру через потолочный пленум, вытяжка через приямок)
- минимальная скорость движения воздуха в рабочей зоне: 0,2 м/с

Требуемая производительность вентилятора составит: $V = v*S*3600 = 0,2 * 28 * 3600 = 20\,160$ м³/ч. При использовании оборудования ModernTech ближайшее значение будет иметь теплогенератор с вентиляторами производительностью 21000 м³/ч.

ПРИМЕР 2. Окраска мебельных фасадов из МДФ

Зададим начальные параметры:

- внутренние размеры окрасочной кабины, Д*Ш*В: 6*3*2,5 м
- направление движения воздушного потока: горизонтальное (подача воздуха в камеру через потолочный пленум, находящийся в противоположном от маляра торце окрасочной кабины, вытяжка через установленную на другом торце камеры окрасочную кабину с сухой фильтрацией)
- минимальная скорость движения воздуха в рабочей зоне: 0,25 м/с

Требуемая производительность вентилятора составит: V = v*S*3600 = 0,25 * 7,5 * 3600 = 6 750 м³/ч. При использовании оборудования ModernTech ближайшее значение будет иметь теплогенератор с вентилятором производительностью 7 000 м³/ч.

ПРИМЕР 3. Окраска объемных металлоконструкций

Зададим начальные параметры:

- внутренние размеры окрасочной кабины, Д*Ш*В: 14*6*5 м
- направление движения воздушного потока: диагональное (подача воздуха в камеру через потолочный пленум, вытяжка через настенные фильтры, расположенные на боковой стенке окрасочной кабины)
- минимальная скорость движения воздуха в рабочей зоне: 0,15 м/с

Требуемая производительность вентилятора составит: V = v*S*3600 = 0,15 * 70 * 3600 = 37 800 м³/ч. При использовании оборудования ModernTech наиболее подходящим решением будет параллельная установка двух теплогенераторов с вентиляторами производительностью по 21000 м³/ч.

Определение тепловой мощности нагревателей

Точные методики расчета тепловой мощности для достаточно сложны учитывают множество факторов - теплопотери через ограждения окрасочной кабины, расход тепла на прогрев элементов вентиляционной системы и самих изделий, градиент перепада температуры по объему или сечению камеры, заданное время нагрева до требуемой температуры, инерционность нагревателя, наружная температура воздуха и температура в помещении, влажность нагреваемого воздуха и другие параметры.

На практике можно обойтись более простыми расчетами, привязанными к двум основным параметрам: нагреваемому объему воздушного потока (V) и разнице между температурами наружного и подаваемого в камеру воздуха (Δt). Формула расчет тепловой мощности в этом случае имеет следующий вид:

$Q = L \cdot c \cdot (t_к - t_н) = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_к - t_н)$,

где:

$t_к$ - конечная температура воздуха, °C

$t_н$ - начальная температура воздуха, °C

$L = V \cdot \rho$ - расход воздуха, кг/с

V - объем нагреваемого воздуха, м³

$c = 2{,}79 \cdot 10^{-4}$- теплоемкость воздуха, кВт/кг·град

$\rho = 1.225$ - удельный вес воздуха, кг/м³

Из данной формулы легко определить тепловую мощность, необходимую для нагрева 1 м³ воздуха на 1 °С:

$Q_1 = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_к - t_н) = 1 \cdot 1{,}225 \cdot 2{,}79 \cdot 10^{-4} \cdot 1 = 0.000342$, кВт

Отсюда можно вывести формулу расчета тепловой мощности, затрачиваемой на нагревание заданного объема воздуха V (м³) на Δt (°С):

$Q = Q_1 \cdot V \cdot \Delta t$, кВт

Перепад между начальной и конечной температурами определяется исходя из наименьшей температуры наружного воздуха в зимний период и температуры режима, для которого ведется расчет. Наибольший расход тепла требуется при работе камеры в режиме ОКРАСКА, когда весь нагреваемый воздух забирается из атмосферы и нагревается до заданной температуры за один проход через теплообменник. В режиме СУШКА расходуемая тепловая мощность гораздо ниже (в 3-5 раз) и зависит в основном от потерь тепла через ограждения окрасочной кабины, стенки наружных воздуховодов и температуры в помещении, где установлена камера.

ПРИМЕР 1.

Задание: требуется определить тепловую мощность приточной установки, предназначенной для подачи нагретого воздуха в окрасочную камеру.

Начальные данные:

- производительность вентилятора приточной установки: 18000 м³/ч
- минимальная температура наружного воздуха: -20 °С
- температура в рабочей зоне: +20 °С

Мощность теплообменного блока установки составит: $Q = Q_1 \cdot V \cdot \Delta t = 0.000342 \cdot 18000 \cdot 40 = 246$ кВт

При использовании оборудования **МодернТех** достаточно рассчитать только производительность вентиляционного блока по воздуху, так как рекомендуемые к использованию в комплекте с ними теплообменные блоки уже имеют согласованные технические характеристики.