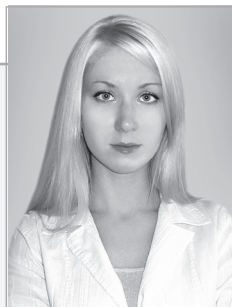


ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ОКРАСОЧНОГО УЧАСТКА ОАО НП КПП «КВАНТ»

Н.С. Самарская



**САМАРСКАЯ
Наталья
Сергеевна**

Ассистент кафедры инженерной защиты окружающей среды Ростовского государственного строительного университета. Сфера научных интересов – охрана труда, охрана окружающей среды. Имеет 14 научных публикаций.

Введение

В производственной среде человек подвергается воздействию опасных и вредных производственных факторов, вызывающих травмы и профессиональные заболевания, которые в большинстве своем не поддаются лечению и становятся хроническими [1]. По условиям охраны труда Россия значительно уступает странам Евросоюза, о чем на Всероссийском съезде специалистов по охране труда сообщил заместитель министра здравоохранения и социального развития А.Л. Сафонов. По его словам, экономические потери России от неблагоприятных условий труда каждый год составляют 4% от ВВП.

По официальной статистике Минздравсоцразвития России с 2003 по 2008 гг. было зарегистрировано примерно 45 тыс. профзаболеваний,

т.е. примерно 9–12 тыс. в год [2]. Уровень смертельного травматизма в стране составляет 12 случаев на 100 тыс. работающих, что в 2,5 раза выше, чем в США и странах Евросоюза. Средняя продолжительность жизни в России составляет 66 лет, что на 11,5 и 12 лет меньше, чем в США и странах Евросоюза соответственно.

Как заявил А.Л. Сафонов, в России из-за болезней в среднем теряется до 10 рабочих дней в год на одного работающего, тогда как в странах Евросоюза этот показатель составляет 7,9 дня. А.Л. Сафонов отметил, что по экспертным оценкам потери рабочего времени с учетом общего количества работников, занятых в экономике, составляют около 700 млн рабочих дней.

Приходится констатировать, что производственный травматизм и профессиональные заболевания остаются в России одной из актуальных социально-трудовых проблем.

В условиях современного производства особое влияние на самочувствие и производительность труда работников оказывает микроклимат на рабочем месте [3]. Известно [4,5], что микроклимат производственных помещений формируют физические факторы производственной среды, влияющие на тепловое состояние организма человека, к которым относятся температура, относительная влажность и скорость движения воздуха. На производстве указанные факторы воздействуют на человека чаще всего суммарно, взаимно усиливая или ослабляя друг друга. Влияние параметров микроклимата на состояние работающего представлено в табл. 1.

Анализ данных табл.1 показал, что наиболее неблагоприятными для здоровья и произво-

Таблица 1

Связь параметров окружающей среды на рабочем месте и состояния работника

Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Состояние работника
21	40	Наиболее комфортное
	75	Хорошее, спокойное
	85	Отсутствие неприятных ощущений
	90	Усталость, подавленность
24	20	Отсутствие неприятных ощущений
	65	Неприятные ощущения
	80	Потребность в покое
	100	Невозможность выполнения тяжелой работы
30	25	Отсутствие неприятных ощущений
	50	Нормальная работоспособность
	65	Невозможность выполнения тяжелой работы
	80	Повышение температуры тела
	90	Опасность для здоровья

длительности труда являются как повышенные, так и пониженные значения параметров воздуха рабочей зоны (РЗ).

Нарушение микроклимата обусловлено, как правило, спецификой технологических процессов, в частности, на окрасочных участках машиностроительных предприятий [3], где происходит нанесение лакокрасочных покрытий и сушка изделий. При этом в воздухе рабочей зоны содержатся мельчайшие частички краски и пары растворителей, усугубляющие воздействие повышенного температурно-влажностного фона на организм человека. В связи с этим возникает необходимость принятия мер по обеспечению нормативных параметров воздушной среды рабочей зоны.

Решение этой задачи предполагает создание оптимальных или допустимых параметров температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в зависимости от категории тяжести работ [6]. Инженерные мероприятия по обеспечению нормативных параметров воздушной среды производственных помещений

предусматривают широкое использование систем вентиляции, кондиционирования и отопления различного назначения, обеспечивающих наилучшие условия для высокопроизводительного труда рабочих, предохраняя их от большого числа заболеваний, возникающих при неудовлетворительных технологических условиях воздухообмена в помещениях. Существующие разнообразные системы кондиционирования предполагают в большинстве случаев обслуживание больших производственных помещений для любых технологических процессов и включают системы с изменяющимися во времени (по определенной программе) метеорологическими параметрами. В промышленных зданиях, как правило, применяют центральные или комбинированные системы кондиционирования [6].

Несмотря на ряд достоинств современных систем обеспечения нормативных параметров микроклимата (СОНПМ), крупные габариты и проведение сложных строительно-монтажных работ по их установке, прокладке воздухопроводов и трубопроводов, необходимость регулярного

технического обслуживания, большие энергетические затраты, высокая стоимость часто приводят к ограничению применения этих систем в производственных зданиях.

Многолетний опыт практического применения систем вентиляции, кондиционирования и отопления показывает, что найти универсальное конструктивное решение для обеспечения нормативных параметров микроклимата весьма сложно. Экономическая и энергетическая эффективность этих систем зависит от объемов обрабатываемого воздуха и его параметров на конечных стадиях обработки. Капитальные затраты на сооружение систем оцениваются до 20% от общих затрат по объекту, а эксплуатационные – до 30–50% от общих эксплуатационных затрат. Системы кондиционирования воздуха работают с коэффициентом ощутимого охлаждения около 0,60–0,70, а это означает, что 60–70% работы систем кондиционирования воздуха уходит на понижение температуры воздуха, 30–40% – на удаление влаги. Такая система вполне оправдывает себя в больших помещениях с многочисленным персоналом и умеренным потоком входящих и выходящих людей. Системы кондиционирования воздуха на промышленных предприятиях устанавливают лишь в цехах, где необходимо поддерживать не только температурный, но и влажностный режим с точностью до 0,6 °С для нормального функционирования технологического оборудования.

На окрасочном участке применение системы кондиционирования воздуха будет оправдано только при значительных нарушениях нормативных параметров. Оптимальным вариантом являлось бы устройство для кондиционирования воздуха периодического действия, функционирующее лишь в периоды превышений нормативных параметров. На практике до настоящего времени такие системы не использовались. На окрасочных участках упор делается на системы вентиляции (не только местной, но и общеобменной приточно-вытяжной). Для удаления избытков тепла дополнительно устанавливают дефлекторы на высоте 1,5 – 2 м выше конька крыши, а также воздухораспределители в системах вентиляции для подачи приточного воздуха, совмещающие иногда с воздушным отоплением. Но такие мероприятия могут оказаться недостаточными в случае использования тепловых потоков в ходе технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий.

В качестве альтернативы традиционным энергоемким климатическим системам нами предложено использовать вихревое устройство для обеспечения нормативных параметров воздушной среды в производственных помещениях окрасочных участков малых объемов, принцип действия которого основан на эффекте Ранке-Хильша [3].

Вихревое устройство позволяет получать горячие и холодные потоки воздуха одновремен-

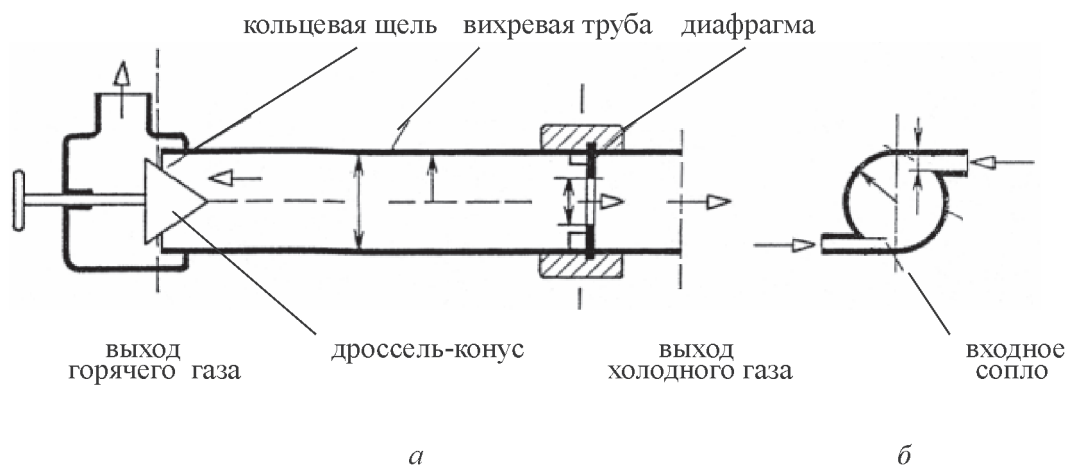


Рис. 1. Конструктивная схема вихревой трубы:
а – продольный разрез; б – поперечный разрез по сопловому сечению

но. Сжатый воздух, подаваемый от промышленной сети в вихревое устройство под давлением $3 \cdot 10^5 \div 7 \cdot 10^5$ Па, приобретает вращательное движение и разделяется на охлажденную и нагревшую части, которые выходят из вихревого устройства с противоположных сторон. Конструкция вихревого устройства включает цилиндрическую трубу, систему подводящих и отводящих трубопроводов, воздухораспределяющие элементы, запорно-регулирующие и контрольно-измерительные приспособления. Основным элементом устройства – гладкая цилиндрическая труба, содержащая сопловой тангенциальный ввод (рис. 1).

Изменение расхода воздуха осуществляется с помощью регулирующего вентиля, расположенного со стороны выхода горячего потока. Диапазон регулирования температуры воздуха составляет ± 12 °С.

Для оптимального использования вихревого устройства при обеспечении требуемой температуры воздуха следует знать особенности технологического процесса, осуществляемого в производственном помещении. Можно подавать преимущественно теплый поток в холодный период года для отопления помещения, а определенное количество холодного потока использовать в технологических целях (например для охлаждения). В теплый период года холодный поток необходим для кондиционирования воздуха рабочей зоны, а теплый поток можно использовать в технологических целях.

Анализ возможных технических решений задачи обеспечения нормативных параметров микроклимата окрасочного участка показал, что вихревое устройство является наиболее приемлемым по основным критериям выбора, так как для решения комплексной задачи, включающей санитарно-гигиенические, технологические и экологические аспекты, им можно заменить целую комбинацию технических средств. Для оценки возможности применения вихревого устройства на окрасочных участках следует определить величины расхода и поступления тепла в холодный и теплый периоды года. Составление теплового баланса для помещения окрасочного уча-

стка машиностроительного предприятия следует производить методами, принятыми в отопительно-вентиляционной технике. Исходя из воздушного баланса помещения с учетом наличия либо отсутствия местной вытяжной вентиляции для локализации выделяющихся загрязняющих веществ (красочного аэрозоля и паров растворителей), принятое значение потребного воздухообмена является определяющим параметром при оценке возможности применения вихревого устройства. Однако проектирование вихревого устройства с заданной производительностью затруднено из-за отсутствия единой методики расчета и большого количества вариантов аналитических зависимостей, описывающих аэродинамические процессы, происходящие в нем так как аэродинамика вихревых устройств с отдельным истечением потоков газа недостаточно изучена.

В связи с вышеизложенным, автором исследованы теоретические основы вихревого эффекта и усовершенствованы аналитические зависимости, позволяющие определять тангенциальную, аксиальную и радиальную составляющие скорости, полное давление и полное давление торможения в любой точке воздушного потока, проходящего через вихревое устройство. Полученные параметры работы вихревого устройства (скорость горячего и холодного потоков, их температура и давление) позволяют выбрать необходимые диапазоны значений для каждого конкретного технологического процесса. Результаты теоретических исследований были подтверждены экспериментально на лабораторном стенде Университета прикладных наук г. Эрфурта (Германия) [7–9].

На основе аналитических зависимостей, полученных в результате теоретических исследований аэродинамических процессов, автором усовершенствована методика расчета вихревого устройства для производственных условий, включающая следующие основные этапы:

1) определение перечня исходных данных на основе требуемых значений температуры воздуха рабочей зоны в теплый и холодный периоды года, а также температуры, необходимой для оптимизации технологического процесса нане-

сения лакокрасочных покрытий;

2) расчет теплотерь и теплопоступлений в помещение окрасочного участка и составление теплового баланса с учетом необходимого количества тепла для оптимизации технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий;

3) определение количества воздуха, необходимого для подачи в помещение, исходя из теплового баланса по явному теплу;

4) определение режима истечения воздушных потоков из сопла вихревого устройства;

5) определение геометрических характеристик вихревого устройства: диаметра сопла и диафрагмы, диаметра и длины вихревой трубы;

6) определение температуры нагретого и холодного потоков воздуха, выходящих из вихревого устройства;

7) после получения требуемой температуры холодного и теплого воздушных потоков из балансов тепловых и массовых потоков осуще-

ствляется проверка проведенных расчетов.

С целью апробации результатов проведенных автором исследований вихревое устройство было применено на окрасочном участке ОАО НП КПП «КВАНТ» (г. Ростов-на-Дону), где технологический процесс окрашивания осуществляется краскораспылителем, наличие которого упростило проектирование подвода сжатого воздуха к вихревому устройству. Организация подвода теплых и холодных потоков воздуха непосредственно в рабочую зону обеспечило не только регулирование параметров микроклимата, но и оптимизацию технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий. Помимо положительного эффекта для технологического процесса изменилось количество образующихся загрязняющих веществ (снизилась концентрация красочного аэрозоля в воздухе рабочей зоны и увеличилась скорость испарения паров растворителей при воздействии нагретых воз-

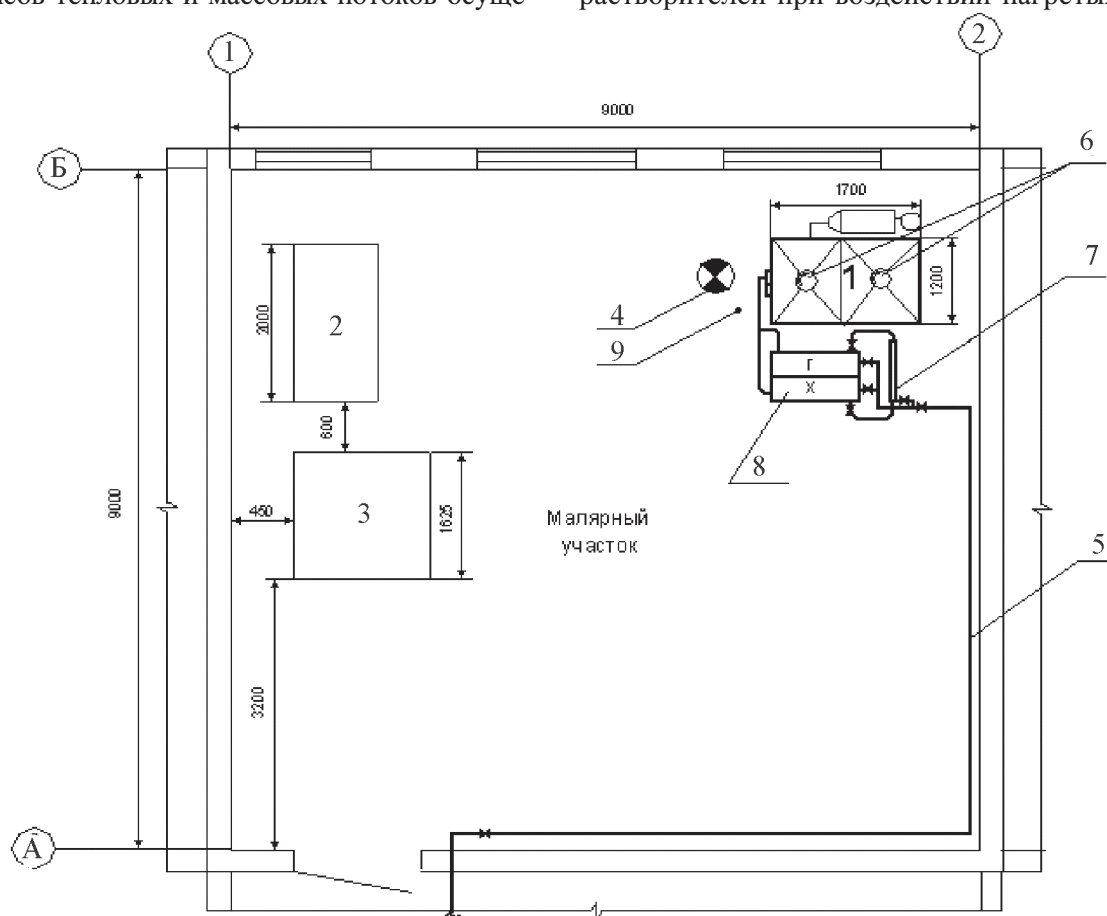


Рис. 2. План малярного участка:

1 – окрасочная камера; 2 – сушильный шкаф; 3 – стеллажи; 4 – рабочая зона;
5 – промышленная сеть сжатого воздуха; 6 – вытяжная вентиляция; 7 – вихревое устройство;
8 – теплообменники; 9 – точка замера параметров микроклимата

Таблица 2

Значения параметров микроклимата воздуха рабочей зоны окрасочного участка

Параметры микроклимата воздуха рабочей зоны	Температура, t , °C		Влажность, ϕ , %		Подвижность воздуха, v , м/с	
	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период
Оптимальное значение	18-20	21-23	40-60	40-60	не более 0,2	не более 0,3
Фактическое значение до применения вихревой системы	16-18	25-28	40-50	более 70	0,2-0,3	0,3-0,4
Фактическое значение после применения вихревой системы	18-20	21-23	40-50	60-65	0,25	0,25

душных потоков). План окрасочного участка с обозначением элементов вихревой системы представлен на рис. 2.

Результаты внедрения вихревого устройства на окрасочном участке ОАО НП КПП «КВАНТ» показали, что значения температуры в воздухе рабочей зоны достигают оптимальных значений (табл. 2). Оптимизацию технологического процесса нанесения лакокрасочных покрытий с использованием нагретых воздушных потоков подтверждает снижение вязкости лакокрасочных материалов, получение более толстой и плотной пленки, имеющей улучшенные механические качества и, как следствие, снижение количества наносимых слоев эмали, что позволяет значительно снизить ее расход и одновременно упростить технологический процесс окраски.

Заключение

Применение вихревого устройства позволило не только обеспечить нормативные параметры микроклимата и оптимизировать технологический процесс нанесения лакокрасочных покрытий, но и снизить концентрации загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны.

Измерение концентраций загрязняющих веществ проводили в процессе нанесения на изделие эмали марки ЭП-140 с растворителем № 648.

Было показано, что концентрации выделяющихся компонентов растворителя № 648 (этилцеллозольв (25%); спирт этиловый (10%); спирт бутиловый (20%); толуол (20%); ацетон (25%)) не превышают их предельно допустимых значений.

В результате выполненных исследований на основе вихревой технологии обработки воздуха были улучшены условия труда.

Литература

1. Раздоронный А. А. Охрана труда и производственная безопасность: Учеб. пособ. – М.: Экзамен, 2007. – 512 с.
2. Производственный травматизм в России вдвое выше, чем в Европе [Электронный ресурс]: Портал новостей на 23.04.2008. www.LIFE.ru.
3. Самарская Н.С. Обоснование возможности применения вихревой технологии для решения технологических, санитарно-гигиенических и экологических задач для малярного участка НП КПП завода «Квант» // Промышленная экология: Материалы Международной школы-семинара. г. Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2003. – 110 с.
4. Гейц И.В. Охрана труда: Учеб.-практ. пособ. 2-е изд. – М.: Дело и Сервис, 2006. – 688 с.
5. ГОСТ 12.1.005-88 (1999 с изм.1/2000). Воз-

- дух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. – М.: Изд-во стандартов.
6. Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Мурашко В.П. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – М.: Техносфера, 2008. – 504 с.
7. Самарская Н.С. Совершенствование математических зависимостей, характеризующих поле скоростей в вихревых устройствах / «Строительство-2005»: Материалы Межд. науч.-практ. конф. г. Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2005. – 356 с.
8. Самарская Н.С. Экспериментальная проверка теоретических исследований аэродинамических параметров вихревых устройств. г. Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2005. – 356с.
9. Mischner J., Bepalov V. I. Zur Thermo- und Gasdynamik des Ranque-Hilsch-Rohres // Fortschr.-Ber. VDI Reihe. 2002 N.743. – Duesseldorf. 174 S.

Уважаемые читатели!

Журнал «Машиностроение и инженерное образование» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степени доктора или кандидата наук.