



Технологии чистых помещений



системные
решения

СОДЕРЖАНИЕ

Технологии чистых помещений

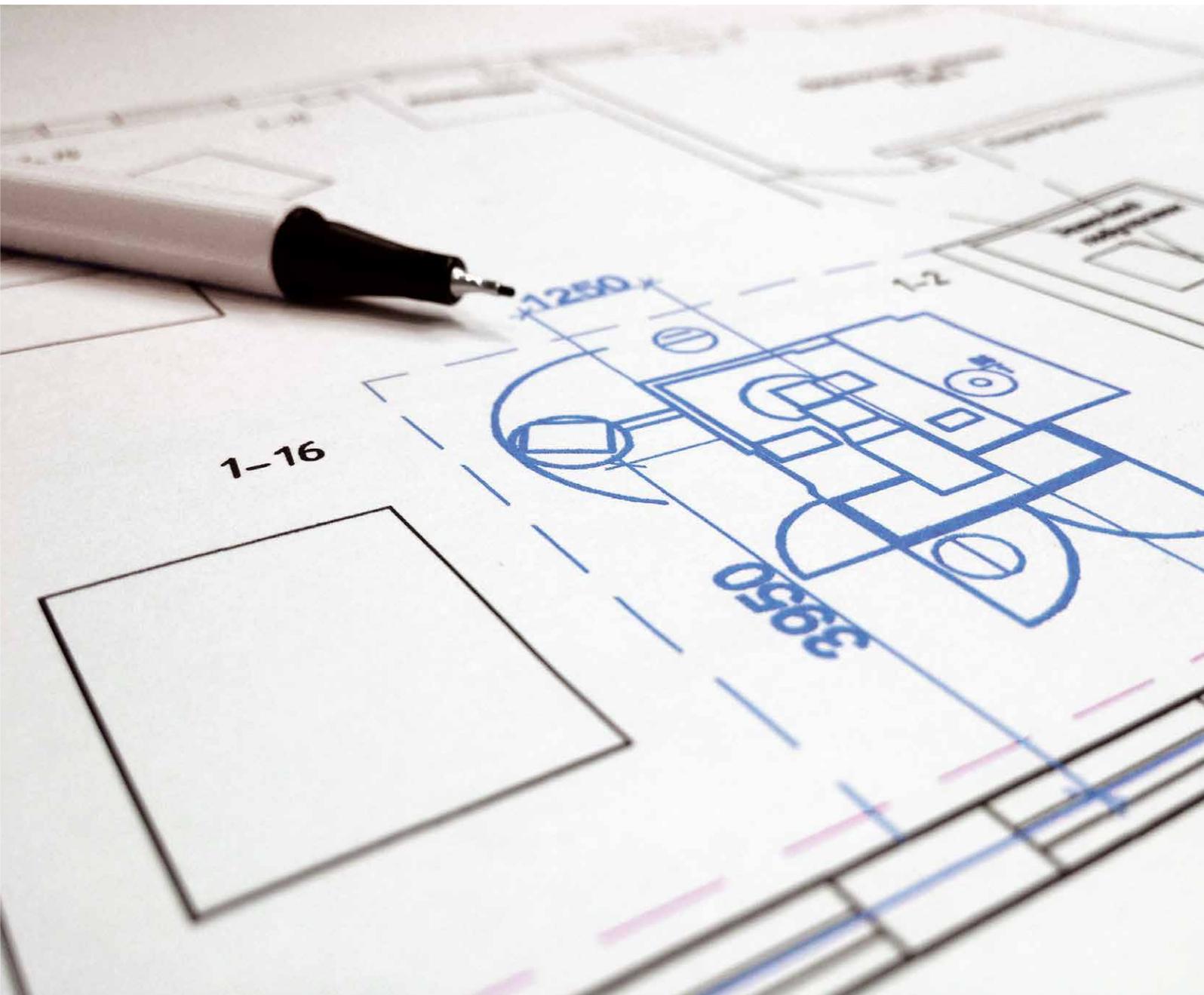
О компании	2
Чистые помещения и специальные среды	4
Чистые помещения для микроэлектроники	4
Чистые помещения для медицины и фармацевтики	5
Технологии для создания чистых помещений	6
 Панели и ограждающие конструкции	6
 Антистатические покрытия и фальшполы	8
 Вентиляционное и климатическое оборудование	10
 Системы технологического газоснабжения	12
 Системы технологического водоснабжения	14
 Компрессорное, вакуумное, холодильное оборудование	16
 Системы обеспечения безопасности	18
 Системы диспетчеризации	20
 Аттестация чистых помещений	22

О КОМПАНИИ



Инжиниринговая компания «Системные решения» специализируется на оказании услуг в области создания и оснащения высокотехнологичных производств и научно-исследовательских мощностей.

Компанией успешно реализованы проекты в области проектирования, строительства, реконструкции и технического перевооружения промышленных, научных и инфраструктурных объектов, разработки и установки испытательных стендов, оборудования чистых помещений, лабораторных и производственных комплексов.



Одним из ключевых направлений деятельности компании является создание чистых помещений, обеспечивающих проведение научных исследований в самых передовых областях науки и техники, таких как наноплазмоника, ионно-плазменные технологии, фармакология и других, а также производство современной высокоинтегрированной микроэлектроники. Наш опыт включает реализацию ряда проектов мирового уровня, а наше многолетнее сотрудничество с ведущими зарубежными экспертами и поставщиками

обеспечивает доступ к широкому спектру эффективных технологий в области создания и эксплуатации чистых помещений и связанных с ними контролируемых сред. Наши сотрудники регулярно проходят обучение и повышение квалификации в Ассоциации инженеров по контролю микрозагрязнений (АСИНКОМ), активно участвующей в развитии стандартизации чистых помещений в России в соответствии с международными требованиями.

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Процесс создания современных элементов электронной компонентной базы не только на этапе разработки, но и на всех этапах производства, предъявляет особые требования к контролю различных параметров окружающей среды, включая концентрацию и размеры взвешенных в воздухе частиц, влажность и температуру, уровень вибрации, освещение, электромагнитные поля и т.д. Требования к уровню чистоты в этой отрасли являются наиболее жесткими.

Применяемые в микроэлектронном производстве технологии крайне чувствительны к молекулярным загрязнениям, поэтому от качества монтажа конструкций и оборудования в чистых помещениях напрямую зависит процент брака и, как следствие,

рентабельность всего производства в долгосрочной перспективе.

Общие требования к проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию чистых помещений приводятся в стандартах, разрабатываемых Международным техническим комитетом по стандартизации ИСО/ТК 209, а также в ГОСТ Р ИСО 14644-4, стандарте VDI 2083 (Германия) и рекомендациях IEST-RP-CC012.1 (США). Следует отметить, что указанные стандарты носят в определенной степени рекомендательный характер, и в каждом проекте могут приниматься индивидуальные решения исходя из специфики технологического процесса и других условий.





ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ФАРМАЦЕВТИКИ

Критически важным аспектом ряда процессов в медицине является стерильность. Качество и надежность оборудования чистых помещений, создаваемых для высоко асептических операционных, палат интенсивной терапии и других специальных помещений медицинских учреждений являются, без преувеличения, вопросом жизни и смерти.

Важное значение технологический уровень чистых помещений имеет в производстве лекарственных средств и фармакологических исследованиях. Создание чистых помещений для асептических производств регулируется Правилами GMP ЕС, или аналогичным российским стандартом ГОСТ Р 52249-2004 «Правила производства и контроля качества лекарственных средств».



ПАНЕЛИ И ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Система ограждающих конструкций является одним из ключевых элементов чистого помещения. Облицовочные покрытия и ограждающие конструкции должны быть выполнены из материалов не генерирующих и не накапливающих аэрозольные частицы, должны обеспечивать герметичность, простоту ухода и обслуживания, иметь минимальное количество швов.

Выбор ограждающих конструкций напрямую зависит от назначения создаваемого чистого помещения. В чистых помещениях для медицины, таких как операционные, палаты интенсивной терапии и т.п., могут использоваться гипсометаллические панели, панели из бумажно-слоистого пластика (HPL) или сэндвич-панели наполненные минеральной ватой из неорганических силикатов волокнистой структуры. В микроэлектронике, а также в некоторых случаях в фармацевтике, предпочтительно применение конструкций

с сотообразным внутренним каркасом. Они более универсальны, обеспечивают электромагнитное экранирование и открывают возможность для монтажа дополнительных систем с проходом через стеновые панели без существенного загрязнения введенного в эксплуатацию помещения. Важной особенностью многих ограждающих конструкций для чистых помещений является их несущая способность, позволяющая выполнять монтаж и обслуживание инженерных сетей в запотолочном пространстве без создания дополнительных сервисных площадок и конструкций. Понимание особенностей проектирования и монтажа ограждающих конструкций различных производителей позволяет нам выполнять технико-экономическое обоснование выбора того или иного типа панелей в соответствии со спецификой объекта и технологическими требованиями процесса.



Критически важным элементом всех ограждающих конструкций является потолочный каркас и система стеновых панелей. Правильный выбор конструкции позволяет встраивать в потолок фильтр-вентиляционные модули, потолочные фильтры, системы освещения и другие элементы инженерных систем без ущерба герметичности и чистоте созданного чистого пространства. Это особенно важно ввиду того, что установка фильтруемых элементов производится на окончательном этапе строительства, когда помещение уже является фактически чистым и применение инструмента, работа с которым ведет к образованию пыли или мелкой стружки, не допустимо. Это условие особенно ярко характеризует важность принятия правильного решения в выборе определенного типа системы ограждающих конструкций.

При проектировании и монтаже конструкций чистых помещений высокого класса чистоты особое внимание уделяется освещению - при создании ламинарных полей используются светильники капельного типа, не нарушающие ламинарный поток воздуха. Существуют решения по интеграции светильников в несущий профиль конструкций потолка.

Кроме того, в чистых помещениях, используемых для отдельных процессов микроэлектроники предусматривается защита от ультрафиолетовых лучей.

Конструктивно-планировочные решения оказывают существенное влияние на выбор той или иной системы ограждающих конструкций - толщина панелей, элементы каркаса для крепления и другие свойства систем должны быть точно подобраны для каждого объекта индивидуально.





АНТИСТАТИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ И ФАЛЬШПОЛЫ

В зависимости от специфики технологических процессов в чистых помещениях выбираются антистатические покрытия для пола, которые обеспечивают распределение статического электрического заряда по поверхности или отвод заряда на систему заземления. Следует отметить, что антистатическое покрытие является обязательным элементом чистого помещения, поскольку статический заряд удерживает на поверхности пыль, не давая ей покидать помещение с потоками нагнетаемого воздуха. Это актуально не только для покрытий пола, но и для всех элементов конструктива чистых помещений - воздуховодов, трубопроводов, стеновых конструкций.

Чувствительные к статическому электричеству помещения требуют высокотехнологичной системы напольных покрытий, разработанной специально для отвода заряда из помещений. Удаление

статического заряда позволяет избежать повреждения оборудования и продуктов производства, а также снижает риск возникновения взрывоопасной ситуации.

Электропроводящие антистатические полы, обеспечивающие отвод статического заряда на заземляющий контур, изготавливаются из электропроводящих полимерных материалов (электропроводящий наливной полимерный пол, электропроводящий плиточный или рулонный линолеум) с определенным удельным электрическим сопротивлением 10^6 - 10^9 Ом•м. Дополнительно под слоем полимерного покрытия прокладываются заземляющие токоотводящие ленты. Антистатический пол передает заряд на токоотводящую ленту, по которой заряд уходит на «землю». Именно за счет электропроводности такой пол обеспечивает быстрый сток электростатического заряда.

Неэлектропроводящие антистатические полы обеспечивают сток статического заряда на влагу, содержащуюся в воздухе, за счет применения специальных антистатических добавок. Неэлектропроводящий антистатический пол можно сделать на основе любого полимерного покрытия (пропитка, окрасочное покрытие, покрытие с кварцевым песком, наливной полимерный пол). Фактически, такое антистатическое покрытие пола – это 1-2 верхних слоя лака или эмали с антистатической добавкой.

Помимо удерживания загрязнений, накопленный статический заряд может вызвать воспламенение или взрыв, создав искру, а также способен влиять на работу электронных приборов и полностью вывести их из строя.

Выбор правильного типа покрытия пола зависит от множества факторов, включая:

- величину динамических и вибрационных нагрузок на пол;
- влияние влажности и перепадов температуры;
- химические нагрузки, включая стойкость к моющим и дезинфицирующим веществам, состав которых определяется назначением помещения;
- состояние основания.

В зависимости от назначения помещений и условий их эксплуатации также важно правильно выбрать способ укладки и тип покрытия - наливное покрытие, рулоны или плитка подбираются в зависимости от условий мон-

тажа на объекте и исходного состояния поверхности. Монтаж антистатического покрытия должен проводиться опытным и квалифицированным персоналом, поскольку от соблюдения технологии укладки, особенно на этапах создания токопроводящего контура, укладки токопроводящего грунта и токоотводящего финишного слоя, будет зависеть как обеспечение требуемых свойств электропроводности, так и бесшовность примыкания покрытия к стенам, что окажет влияние на всю дальнейшую эксплуатацию помещений. На практике может возникнуть необходимость делать выбор между устройством наливных токопроводящих полов, линолеума или токопроводящей плитки, устойчивой к высоким нагрузкам, в которой необходимые свойства достигаются за счет того, что статические заряды проходят через густую сеть токопроводящих жилок, находящихся внутри плитки. Такая плитка, помимо прочностных свойств, отличается высокогигиеничным покрытием, отсутствием пор, низким содержанием пластификаторов. Одним из главных ее преимуществ является возможность замены отдельных плиток уже на этапе эксплуатации с минимальными загрязнениями для чистокomнатного помещения.

Следует отметить, что в чистых помещениях для микроэлектроники самым оптимальным вариантом является создание антистатического фальшпола из плит, однако стоит иметь в виду его относительно высокую стоимость, а также то, что его устройство требует наличия дополнительного пространства.

Антистатический фальшпол позволяет почти полностью избавиться от турбулентности в производственной зоне, создавая ламинарный поток по всей площади чистого помещения и обеспечивая радикальное повышение класса чистоты.

Конструкция системы фальшпола позволяет легко демонтировать плиты фальшпола и обеспечивает легкий доступ к кабелям и трубопроводам. Плиты фальшпола изготавливаются из высокопрочного алюминиевого сплава методом литья под давлением, покрываются антистатическим огнестойким винилом, устойчивым к химическому воздействию и трению.





ВЕНТИЛЯЦИОННОЕ И КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Системы вентиляции и кондиционирования имеют решающее значение для функционирования чистых помещений. Они обеспечивают заданный класс чистоты за счет фильтрации воздуха и поддержания в строго фиксированных диапазонах следующих параметров:

- скорость и ламинарность воздушных потоков,
- перепад давления между чистыми/вспомогательными зонами, кратность воздухообмена,
- температура и относительная влажность воздуха.

Имеющийся опыт проектирования и монтажа вентиляционного и климатического оборудования позволяет нам достигать в создаваемых чистых помещениях с различными технологическими требованиями прецизионного уровня основных показателей:

- заданной температуры с точностью до $\pm 0,1$ градуса;
- влажности с точностью $\pm 1\%$;
- счётной концентрации в воздухе частиц с размерами

превышающими $0,5 \text{ мкм}$ - не более 350 на 1 м^3 . Системы вентиляции и кондиционирования могут быть построены по различным схемам, поэтому на этапе проектирования этих систем для принятия оптимального решения особенно важно учесть все особенности объекта (включая климатические условия местности, характер окружающей инфраструктуры и т.п.), а также специфику технологического процесса и других параметров эксплуатации помещений. Например, создание системы с рециркуляцией позволит увеличить срок службы дорогостоящих фильтров и снизить энергозатраты в несколько раз по сравнению с прямоточными системами. В зависимости от технологических решений система с рециркуляцией может иметь несколько уровней и предусматривать местные фильтровентиляционные установки для создания обособленных зон ("изоляция



торы”) или ламинарных полей на отдельных участках технологического процесса. Однако, в случае работы в чистых помещениях с вредными веществами или опасными микроорганизмами рециркуляция воздуха недопустима. В таких случаях создается приточная система, а ее эффективность повышается за счет других инженерных решений, например экономия энергии на нагрев за счет рекуперации тепла. При проектировании систем вентиляции чистых помещений и расчете балансов воздухообмена учитывается множество исходных данных, которые могут сыграть решающую роль при выборе типа системы и ее ключевых узлов, в том числе:

- планировочные и технологические решения;
- классы чистоты и назначения чистых помещений и зон (защита продукта и процесса, защита персонала и окружающей среды);
- эффективность фильтрации наружного и рециркуляционного воздуха;
- кратность воздухообмена;
- выделение тепла и влаги от оборудования;
- солнечная инсоляция;
- требования по защите от шума и вибрации;
- выделение вредных веществ и необходимость контроля их предельных допустимых концентраций;
- численность персонала (показатель метаболизма, тепловое сопротивление одежды, тепловой комфорт);
- характеристики климата местности;
- фактор эффективности системы вентиляции;

- эксфильтрация и инфильтрация.

Только учет всего комплекса факторов при расчете систем позволит обеспечить долгосрочное поддержание в заданных диапазонах всего спектра параметров, обеспечивающих чистоту помещений. После ввода комплекса чистых помещений в эксплуатацию выявлять причины отклонения параметров чистоты чрезвычайно сложно, а устранение этих причин может повлечь существенные затраты и загрязнение помещений.

При расчете и проектировании вентиляционных систем также закладываются решения, обеспечивающие:

- удаление избытков теплоты и влаги;
- компенсацию работы вытяжных установок, удаляющих содержащиеся в воздухе вредные вещества;
- компенсацию утечек для каждого помещения;
- оптимальную нагрузку на вентиляторы с учетом сопротивления фильтров, клапанов, шумоглушителей и пр.;
- стойкость инженерных коммуникаций к воздействию веществ, содержащихся в вытяжном воздухе.

Правильный подход и учет всех значимых факторов позволит найти и реализовать работоспособное решение по созданию системы вентиляции и кондиционирования, обеспечивающей требуемые классы чистоты, влажность и температуру в проектируемом помещении с оптимальными капитальными и эксплуатационными затратами.





СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

В технологических процессах, для осуществления которых создаются чистые помещения, широко применяются специальные газы. В частности, в микроэлектронном производстве постоянно и в огромных объемах используются десятки химических соединений и газов. В таких процессах как вакуумное осаждение, экспонирование, травление, ионная имплантация и диффузия примесей применяются специальные и гидридные газы, многие из которых являются токсичными, агрессивными и легковоспламеняющимися. Поэтому, неотъемлемой частью практически каждого проекта, связанного с созданием чистых помещений, является система технологического газоснабжения. Часто в чистых помещениях для микроэлектроники требуется создание систем газоснабжения, обеспечивающих подачу следующих чистых (HP), особочистых (UHP) и специальных газов: HBr, Cl₂, BCl₃, SiH₄, H₂,

NH₃, C₄F₈, N₂O, CF₄, CHF₃, SF₆, O₂, N₂проц., N₂техн., Ar, He.

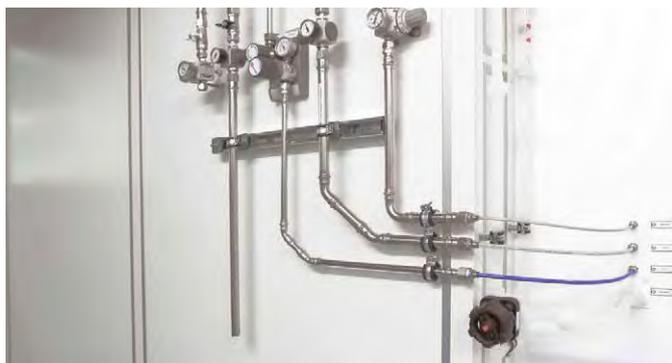
В зависимости от особенностей проекта и пожеланий заказчика может использоваться отечественное или зарубежное оборудование. При создании систем технологической газоподготовки проводится комплекс работ, включающий в себя проектирование, разработку и монтаж газораспределительных систем начиная с подачи газа от источника до технологического оборудования и заканчивая нейтрализацией отработанных газов.

Создавая комплексную систему технологического газоснабжения в чистых помещениях необходимо предусмотреть особенности конструкции и работы всех элементов системы:

- источников газов, систем хранения и подготовки газов для подачи в магистраль;

- трубопроводных магистралей;
- газораспределительной системы;
- трубопроводной обвязки технологического оборудования;
- вспомогательных систем (систем дополнительной очистки и осушки газов, скрубберов и т.п.).

При этом, следует учитывать и особенности технологии монтажа, а также последующей эксплуатации - например, для обеспечения высокой чистоты подаваемых газов необходимо осуществлять орбитальную сварку труб в аргоновой среде. В целях поддержания заданного класса чистоты в помещениях для прохождения трубопровода через стены устанавливаются защитные гильзы с герметизацией зазоров. Помещения с трубопроводами токсичных и взрывоопасных газов должны иметь отдельную вентиляционную систему, рассчитанную на работу с этими газами в рабочем и аварийном режимах. При этом, для газовых баллонов (особенно для токсичных газов) могут быть предусмотрены отдельные газовые шкафы со специальной вытяжкой - процессной и аварийной. Может возникнуть необходимость установить газовые шкафы в специальном контейнере на отдельно вынесенной площадке. Важно иметь в виду, что при наличии систем, работающих с опасными газами, в помещениях не должно быть фальшпотолков и фальшполов с карманами, где могут скапливаться взрывоопасные и токсичные газы. Если на объекте имеются фальшполы, фальшпотолки и не герметичные стены помещения, то необходимо предусмотреть вентиляционную систему, и в этих



зонах устанавливать датчики утечки. Могут быть предусмотрены и другие меры обеспечения безопасности. Так, на одном из научно-исследовательских объектов был предусмотрен вынос части системы технологического газоснабжения за пределы здания, чтобы сотрудники не подвергались опасности в случае возникновения аварийной ситуации. Была реализована прокладка технологических трубопроводов от газификатора и газовых баллонов, расположенных на улице, и газовых баллонов, установленных в производственном помещении, до газораспределительных панелей, закрепленных на стенах в «серой» зоне лабораторного комплекса.

Для систем технологического газоснабжения (особенно - использующих опасные газы) необходимо создавать тщательно продуманную инженерную инфраструктуру и сопутствующие системы, соответствующие всем требованиям обеспечения безопасности. Кроме того, перед выполнением монтажных работ необходимо разработать проектную документацию в объеме необходимом для получения положительного заключения экспертизы промышленной безопасности, а перед вводом системы в эксплуатацию провести ряд контрольных испытаний и пуско-наладочных работ.



СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Системы водоподготовки являются одним из базовых элементов любого микронанотехнологического производства. В производстве изделий электронной техники применяется деионизованная вода различной степени чистоты. При этом, основным параметром для определения степени очистки деионизованной воды является удельное сопротивление, которое у ультрачистой воды, используемой в технологических процессах современных микронанотехнологических производств, составляет 18 МОм·см при $t=25^{\circ}\text{C}$. Помимо этого параметра нормативные требования определяют и другие показатели: общий органический углерод; значение pH; содержание металлов: бора, калия, натрия, железа, никеля, меди, цинка, хрома; содержание анионов: хлоридов, нитратов, фосфатов, сульфатов; содержание микроорганизмов; содержание кремниевой кислоты и пр.

При современном технологическом процессе производства интегральных схем, когда пластина проходит более 50 циклов обработки деионизованной водой и растворов на ее основе, ионные примеси могут негативно отражаться на качестве конечной продукции. Поэтому надежность системы подготовки деионизованной воды оказывает непосредственное влияние на рентабельность производства в долгосрочной перспективе. При ее создании учитываются следующие типы загрязнений, на устранение которых рассчитана система:

- ионные;
- неионные;
- органические;
- бактериологические;
- растворенные газы.

В современных системах технологической водоподготовки применяются специальные элементы и материалы. Процесс включает несколько этапов, реализующих различные методы очистки, такие как ионный обмен, ультрафиолетовое облучение, микрофильтрацию и т.п. Для получения сверхчистой воды используются фильтры смешанного действия с комбинацией сильнокислотной и сильноосновной ионообменных смол промышленной категории полупроводникового класса. Установки комплектуются фильтродержателями и трубами из поливинилфторида (PVDF). При этом, чрезвычайно важно соблюдать технологию: например, сварка PVDF-труб должна быть бесшовной, чтобы не допустить появления шероховатостей, поскольку это может привести к образованию завихрений и застойных зон, которые становятся местом скопления микроорганизмов и приводят к выпадению осадка, в результате чего качество подаваемой воды упадет. Это также может произойти даже при кратковременном прекращении работы системы очистки воды.

При создании на объекте системы технологического водоснабжения важную роль играет ее привязка к площадке: устройство инженерной инфраструктуры, систем обеспечения безопасности и бесперебойности ее работы, систем контроля и т.п. Современные системы водоподготовки имеют достаточно высокие требования к классу чистоты помещения, в котором они устанавливаются. От качества реализации всех этих мероприятий напрямую зависит надежность, экономичность и срок службы всей системы технологического водоснабжения.





КОМПРЕССОРНОЕ, ВАКУУМНОЕ, ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Неотъемлемой частью любого проекта по созданию чистых помещений являются системы, включающие холодильное, вакуумное и компрессорное оборудование. Современные компрессоры не просто сжимают воздух до определенного давления, но и обеспечивают требуемое качество и количество подаваемого воздуха. Для обеспечения надлежащего качества сжатого воздуха в соответствии со стандартами ИСО требуется дополнительное оборудование. На производствах с чистыми помещениями используются безмаслянные компрессоры, оснащаемые фильтрами тонкой очистки и осушителями. Вакуум широко используется во многих технологических процессах современных производств. Например, в производстве и научных исследованиях в области микроэлектроники и оптики применяется вакуумное магнетронное распыление различных материалов и сплавов. Цель вакуумной откачки - создание разре-

женной среды для беспрепятственной реализации технологического процесса в условиях, исключающих или сводящих к минимуму воздействие газовой среды на его протекание. Кроме того, без технологических вакуумных систем не может обойтись проведение исследований воздействия разреженной среды на устройства, предназначенные для работы в вакууме, например, в открытом космосе. Диапазон давлений, создаваемый в вакуумных камерах технологических, аналитических установок, имитаторов космического пространства и ускорителей, может достигать от 10^5 до 10^{-12} Па. Одной из характеристик разреженной среды в вакуумной камере является степень вакуума, варьирующаяся от низкой до сверхвысокой. Широкий диапазон давлений технологических разреженных сред требует использования нескольких вакуумных насосов в составе одной вакуумной откачной системы,



обеспечивающих получение заданных параметров разреженной технологической среды и разнообразной вакуумметрической аппаратуры. Расчетным путем можно определить, следует ли для создания и поддержания требуемых характеристик разреженной среды использовать для форвакуумной откачки насосы с большей производительностью, или установить насосы предварительной откачки.

Критически важной частью технологии чистых помещений является холодоснабжение. Система холодоснабжения для высокотехнологичных объектов требуется круглогодично, как для центрально-местных систем кондиционирования воздуха, так и для технологического процесса. При проектировании системы холодоснабжения для объектов с чистыми производ-

ственными помещениями, как правило, предусматривают две или более установок охлаждения, в целях резервирования на случай отказа оборудования. В рамках подготовки проекта технологического холодоснабжения учитывается количественный расчет системы вентиляции, в т.ч. производительность приточной вентиляции, степень рециркуляции, кратность воздухообмена в чистых помещениях, значение избыточного давления, производительность вытяжной вентиляции, тип и параметры увлажнителя, мощность нагревателя воздуха, мощность осушителя воздуха. Кроме того, производится расчет системы холодоснабжения с разделением нагрузок на нужды системы вентиляции и технологического охлаждения – предусматривается согласование по температурному режиму.





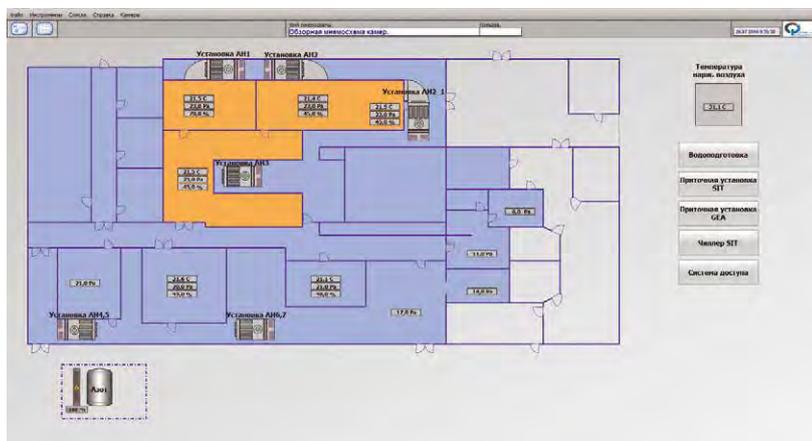
СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

Современные чистые помещения требуют от заказчика и исполнителя чрезвычайно внимательного подхода к обеспечению безопасности. Реализуемые в них технологические процессы и используемые материалы несут в себе повышенную степень риска. Поэтому, создавая промышленный или научно-исследовательский комплекс чистых помещений необходимо неукоснительно выполнять нормы и правила в области промышленной безопасности, предусматривать мероприятия, обеспечивающие конструктивную надежность, взрывопожарную и пожарную безопасность объекта, защиту населения и устойчивую работу объекта в чрезвычайных ситуациях, защиту окружающей природной среды при его эксплуатации. Формальный подход к реализации этих мер не только повысит эксплуатационные риски, но и создаст труднопреодолимые преграды на этапе прохожде-

ния экспертизы промышленной безопасности. Одной из важнейших является система пожаротушения. При ее проектировании важно учесть все технологические решения, используемые в чистом помещении, чтобы обеспечить максимальную эффективность системы в случае нештатной ситуации. В микроэлектронике, например, большая часть технологического оборудования не устойчива к влаге и нежелательное срабатывание спринклеров приведет к ущербу сопоставимому с ущербом от самого пожара. Поэтому, при выборе пожаротушащего агента для системы пожаротушения на микроэлектронном производстве лучше сделать выбор в пользу не проводящих электрический ток жидкостей и газов. Для производств, в технологических процессах которых используются токсичные или взрывоопасные газы, следует обеспечить максимально высокую эффективность системы обнаруже-

ния утечек (система газоанализа). Здесь важно правильно определить и разместить весь спектр датчиков детекции и исполнительных механизмов, чтобы определить и устранить утечку в момент ее возникновения и не позволить газу накопиться в опасных концентрациях. Разумеется, комплекс чистых помещений должен быть оснащен системой контроля и управления доступом. При этом следует выполнить настройку системы таким образом, чтобы не допустить свободного перемещения по производственному объекту персонала, не имеющего соответствующей квалификации для работы на отдельных участках. К системе контроля доступа можно отнести и передаточные шлюзы, которые используются на различных этапах производства как в фармацевтике, так и в микроэлектронике для обеспечения взаимосвязи между участками с различными классами чистоты для минимизации перемещений персонала. Они позволяют персоналу, не имеющему допуска к зонам с особым протоколом чистоты, осуществлять передачу материалов и прием готовых продуктов из чистого помещения. Для реализации подобных мероприятий особенно важно на этапе проектирования технологического раздела учесть все тонкости производственного процесса и разработать маршрутную карту с различными уровнями доступа персонала, пребывающего в чистоконнатном пространстве. Кроме того, настраиваются интервалы времени для прохода персонала через определенные зоны в целях соблюдения протоколов обеспечения чистоты производственных помещений.





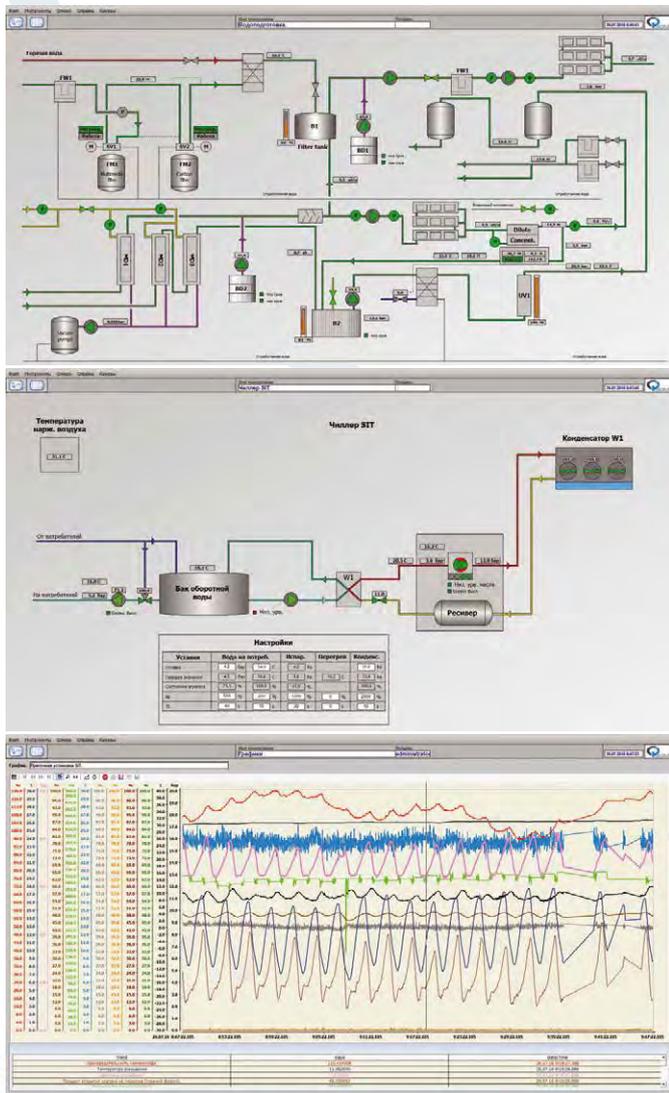
СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

Инженерные системы и технологическое оборудование в чистых помещениях требуют своевременного технического обслуживания для поддержания их в работоспособном состоянии и соблюдения требуемого класса чистоты, а также предотвращения внештатных ситуаций, которые могут привести к нежелательным последствиям. Автоматизированная система диспетчеризации и управления (АСДУ или SCADA

от англ. Supervisory Control And Data Acquisition — диспетчерское управление и сбор данных) необходима для повышения эффективности процесса технической эксплуатации она отслеживает параметры работы всех ключевых систем в режиме реального времени, реализуя при необходимости функции управления системами и фиксируя все внештатные события.

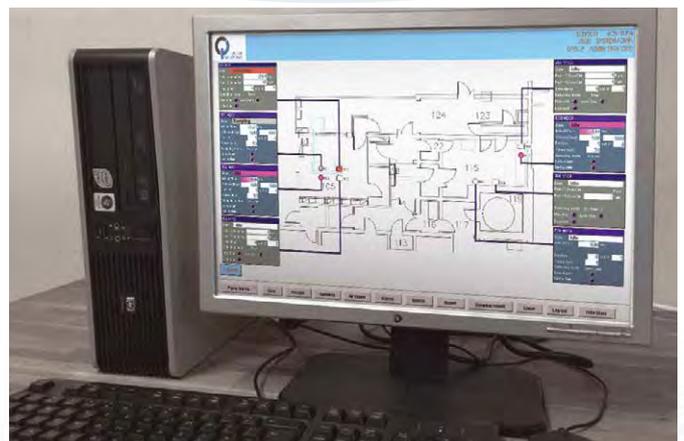
Как правило, АСДУ должна решать следующие задачи:

- обеспечение службы эксплуатации оперативной информацией о состоянии и технологических параметрах оборудования;
- обеспечение дистанционного (из помещения единого диспетчерского пункта), а также локального управления работой оборудования инженерных систем;
- повышение надежности, безопасности и качества функционирования инженерных систем;
- сокращение затрат на обслуживание.



Основные функции АСДУ:

- отображение мнемосхем инженерных систем с индикацией значений технологических параметров, уставок и признаков работоспособности технологического оборудования;
- дистанционное задание уставок регулируемых параметров;
- автоматическое обнаружение аварийных ситуаций;
- автоматическая передача на диспетчерский пункт аварийных и предупреждающих сигналов, их регистрация и квитирование;
- ведение журнала событий;
- отображение графиков изменения технологических параметров системы;
- звуковая и графическая сигнализация при возникновении аварийных ситуаций;
- распределение прав при работе с программой в зависимости от полномочий диспетчера;
- защита от несанкционированного доступа.



Архитектура АСДУ имеет три уровня:

Нижний уровень – датчики и исполнительные механизмы, а также кабельные линии от данных устройств к щитам автоматики;

Средний уровень – свободнопрограммируемые контроллеры принимающие и обрабатывающие данные, и сеть передачи данных;

Верхний уровень – это специализированное программное обеспечение, предоставляющее средства визуализации и архивации поступающих данных.





АТТЕСТАЦИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Компания "Системные решения" оказывает услуги по проведению испытаний и аттестации чистых помещений. Аттестация и подтверждение класса чистоты проводится с использованием собственного сертифицированного оборудования квалифицированным персоналом, прошедшим соответствующую подготовку.

Специальное оборудование позволяет проводить измерения:

- количества микрочастиц в воздухе;
- скорости потока воздуха и кратности воздухообмена;
- температуры и относительной влажности;
- уровня шума и вибрации;
- освещенности.



Аттестация проекта

Подтверждается корректность выполнения проектной документации и соответствие принятых решений требованиям, выполнение которых необходимо для создания и поддержания заданного класса чистоты.

Аттестация построенного чистого помещения

Проводится комплекс мероприятий для определения соответствия каждого элемента чистого помещения требованиям проекта.

Аттестация оснащенного чистого помещения

Проводится комплекс испытаний и проверок параметров, включая режим разделения чистых зон, время восстановления по уровню загрязнений и т.д., чтобы убедиться, что помещение соответствует состоянию оснащенного чистого помещения.

Аттестация эксплуатируемого чистого помещения

Для подтверждения соответствия эксплуатируемого чистого помещения заданным требованиям проводится комплекс проверок при функционирующем технологическом процессе, выполняемых действиях и определенном количестве персонала.



АТТЕСТАЦИЯ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

С целью подтверждения качества смонтированных газовых трубопроводов проводится комплекс испытаний — в соответствии с действующими нормативами проверяется прочность, плотность и герметичность трубопроводов. В зависимости от качества транспортируемого газа, в дополнение к стандартным испытаниям проводятся тесты на концентрацию частиц, содержание влаги, содержание углеводородов и кислорода. По результатам аттестации составляется протокол.



СИСТЕМНЫЕ
РЕШЕНИЯ

ООО «Системные решения»

105005, г.Москва, ул. Радио, д.23/9, стр.2

Телефон: +7 (495) 120-36-63

info@syszol.ru

www.syszol.ru