

## Какие бывают бактерицидные облучатели и чем «открытые» отличаются от «закрытых»?

Облучатели для обеззараживания делят на две большие группы: открытые и закрытые. У открытых устройств прямой бактерицидный поток от ламп (с отражателем или без него) охватывает широкую зону вплоть до большого телесного угла; в комбинированных моделях поворотный экран или фиксированный отражатель направляет излучение в нужную область. Обеззараживание достигается суммарным действием прямого и отражённого УФ-излучения.

В закрытых облучателях поток от ламп распределяется в ограниченном замкнутом объёме и не выходит наружу. Среда (вода или воздух) прокачивается через УФ-реактор, а конструкция исключает утечку излучения за пределы корпуса. Это принципиально: в отличие от открытых систем, закрытые установки рассчитаны на эксплуатацию в присутствии людей.

## Когда уместны открытые облучатели для воздуха и какие есть ограничения по эксплуатации?

Для обеззараживания воздуха в помещениях коэффициент использования излучения у открытых облучателей высок: воздух практически не поглощает бактерицидное излучение, особенно при применении ртутных ламп низкого давления на 254 нм. Чем больше размеры помещения, тем больше путь распространения УФ-потока, и тем шире зона действия. Возможны напольные и потолочные исполнения. Ключевое ограничение очевидно: поскольку конструкция не препятствует выходу УФ-излучения из корпуса, работать такие облучатели должны либо в отсутствие людей, либо при наличии дополнительных защитных экранов.

## Какие типовые схемы закрытых реакторов применяют для воды?

При работе с жидкостями используют несколько закрытых (квазизакрытых) схем. В первой из них УФ-лампы расположены внутри герметичного корпуса, через который протекает вода. Такой реактор выдерживает высокое давление (до 20–30 атм.), максимально эффективно использует бактерицидный поток, обеспечивает безопасность помещения и удобство обслуживания. (Остальные схемы в

главе описываются далее, но общий принцип неизменен: излучение — в замкнутом объёме, среда — через реактор.)

## Продольное, поперечное или под углом: как ориентировать лампы относительно потока?

Для проточных реакторов возможны схемы с продольным обтеканием (лампы параллельны направлению потока), с поперечным обтеканием (лампы перпендикулярно потоку) и под углом к основному движению. Выбор конфигурации связан с требованиями по равномерности дозы, доступом к лампам, компоновкой арматуры и условиями монтажа на объекте.

## Что задаёт «рамки» проекта: какой набор исходных данных обязателен?

Общие условия для разработки единичного аппарата и всей УФ-системы определяются набором исходных параметров:

- расход воды (включая диапазон колебаний),
- качество воды (в широком смысле, не только КП254/UVT),
- требуемая степень обеззараживания (по заданным либо нормативным показателям),
- допустимые потери напора на узле,
- резервирование, управление, контроль и степень автоматизации,
- энергоэффективность,
- внешние условия (помещения, здания, сооружения и т. п.).

Эти пункты формируют «техзадание» для реактора и станции, задают критерии выбора компоновки и режимов.

## Почему УФ-доза — главный целевой показатель и от чего зависит её контроль?

**УФ-доза** — основной показатель эффективности обеззараживания. В инженерном приближении её контроль сводится к двум составляющим:

1. корректные измерения УФ-интенсивности в зоне излучения;
2. учёт расхода воды.

Именно сочетание «интенсивность × время/гидродинамика» определяет достигнутую дозу. Для проектировщика это означает, что измерительные

цепочки и гидравлические схемы — равноправные элементы обеспечения результата.

## **Как проектом управляют потери напора и почему это «главная гидродинамическая задача»?**

При проектировании реактора и станции часто именно минимизация потерь напора при максимально возможной эффективности обеззараживания становится центральной гидродинамической задачей. Нужно настроить поток так, чтобы частицы воды достаточно долго находились в зоне рабочих интенсивностей и при этом суммарное гидросопротивление узла не вышло за пределы, заданные технологической схемой объекта.

## **Зачем реактору система очистки кварцевых чехлов даже при «чистой» воде?**

В общем случае любые погружные УФ-аппараты для воды должны иметь систему очистки кварцевых чехлов (химическую, механическую или иную). Отложения на поверхности уменьшают проходящее излучение и искажают распределение дозы; регулярная очистка — обязательная часть конструкции, а не опция.

## **Как связаны компоновка станции, турбулентность и ограничения по скорости в каналах?**

При выборе лотковой системы обеззараживания на основе модульных УФ-систем следует удерживать скорость течения в каналах не менее 30–40 см/с — для достаточной турбулентности в ламповой зоне и для исключения седиментации. Одновременно необходимо помнить: потери напора квадратично растут со скоростью; по опыту, скорость воды в ламповой зоне УФ-модуля обычно не должна превышать ~1 м/с при максимальном расходе. Это баланс «перемешивание ↔ гидросопротивление», который закладывают в проект.

## **Почему «локальные нормы и климат» не менее важны, чем оптика и гидравлика?**

Климатические условия, принятые правила эксплуатации и строительства в регионе напрямую влияют на тип станции, компоновку,

выбор периферийного оборудования. То, что удобно для тёплого климата, может быть нецелесообразно для северных широт. Проект должен учитывать реальные условия площадки — от температур и обледенения до регламентов строительных работ и технологических зазоров.

## **Как выбирать между открытым облучением, закрытым реактором и квазизакрытой схемой?**

Выбор определяется средой (вода/воздух), режимом присутствия людей, требуемой дозой, допустимыми потерями напора и условиями монтажа.

- Для воздуха в помещениях открытые облучатели эффективны по использованию потока, но требуют изоляции зоны облучения.
- Для воды закрытые реакторы обеспечивают контролируемую гидродинамику, полную герметичность УФ-зоны и работу под давлением до десятков атмосфер.
- Ориентация ламп (продольно, поперечно, под углом) выбирается под задачу дозирования и обслуживания.

## **Какие эксплуатационные функции закладывать в проект помимо «ламп и корпуса»?**

Проект — это не только реактор и лампы. Уже на стадии ТЗ необходимо определить требования к резервированию, управлению, системам контроля, к энергоэффективности, а также к помещениям и обслуживаемости (зоны доступа, места под регламентные работы, безопасное размещение и т. д.). Всё это — часть «основ проектирования», обеспечивающая достижение и поддержание требуемой УФ-дозы в реальной эксплуатации.