

**Приложение 1: Таблица 1. Предложения по корректировке норм**

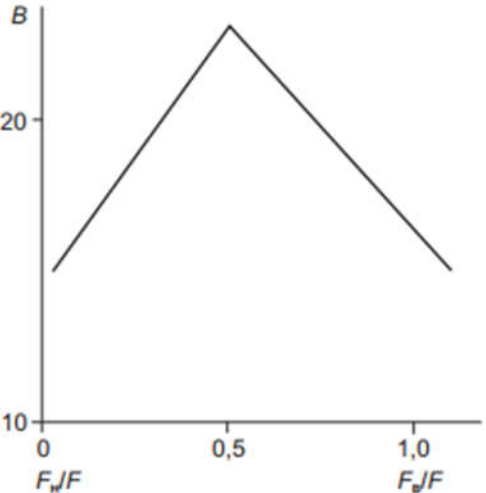
| №   | Исходная редакция  | Предлагаемая редакция  | Обоснование   |
|-----|--|--|---|
| 1   | <b>ТКП 45-2.02-317-2018 «Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования».</b>  |  |   |
| 1.1 | 3.94 эксгаустер: Устройство, обеспечивающее при срабатывании спринклерного оросителя ускорение срабатывания спринклерного воздушного сигнального клапана путем активного сброса давления воздуха из питающего трубопровода.  | 3.94 эксгаустер: Устройство, обеспечивающее при срабатывании спринклерного оросителя или пожарного извещателя активный сброс давления воздуха из питающего и распределительного трубопровода   | Активный сброс сжатого воздуха из трубопроводов эксгаустерами, увеличивает скорость заполнения секции водой, что позволяет увеличить объем спринклерной воздушной или спринклерно-дренчерной секции до 10-20 м <sup>3</sup> и обеспечить время подачи воды не более 180 сек. Эксгаустер – не предназначен для ускоренного срабатывания воздушного сигнального клапана, для данных целей применяется акселератор.  |
| 1.2 | <i>Требования к спринклерно-дренчерным АУП отсутствуют</i>   | Дополнить раздел 3 следующим термином: спринклерно-дренчерная АУП (АУП-СД): Спринклерная АУП, в которой применен дренчерный узел управления и технические средства его активации, а подача огнетушащего вещества в защищаемую зону осуществляется только при срабатывании по логической схеме "И" спринклерного оросителя и технических средств активации узла управления<br>Ввести новый раздел: Спринклерно-дренчерная АУП<br>Нормативные требования принять из СП 5.13130.2009. | Данный тип УП обеспечивает повышенную защиту от ложных срабатываний в случае нарушения целостности питающих и распределительных трубопроводов и спринклерных оросителей.<br>Области (объекты) применения: офисные помещения, склады, погрузочные ангары, склады с высотным складированием, помещения с низкими потолками, специализированные лечебные учреждения, тюрьмы, отели, библиотеки, архивы, исторические и архитектурные памятники, театры, кинозалы, объекты энергетики, морозильные камеры, объекты метрополитена, объекты размещенные в горных выработках и др. |
| 1.3 | <b>6.12.1</b> Трубопроводы УП следует предусматривать из негорючих материалов (из стальных труб: по ГОСТ 10704 — со сварными и фланцевыми соединениями; по ГОСТ 3262 — со сварными, фланцевыми, резьбовыми соединениями, а также разъемными трубопроводными муфтами).<br>Трубопроводы из других материалов следует использовать в соответствии с их областью применения после соответствующих испытаний.<br><i>Примечание</i> — Разъемные трубопроводные муфты в УП допускается применять для труб диаметром | <b>6.12.1.</b> Трубопроводы УП следует предусматривать из негорючих материалов (из стальных труб: по ГОСТ 10704 — со сварными и фланцевыми соединениями, а также разъемными трубопроводными муфтами; по ГОСТ 3262 — со сварными, фланцевыми, резьбовыми соединениями, а также разъемными трубопроводными муфтами).<br>Трубопроводы из других материалов следует использовать в соответствии с их областью применения после соответствующих испытаний.                              | Разъемные трубопроводные предназначены для соединения стальных трубопроводов по ГОСТ 3262, ГОСТ 10704 и др. с условным диаметром от 25 до 600 мм (и более).   |

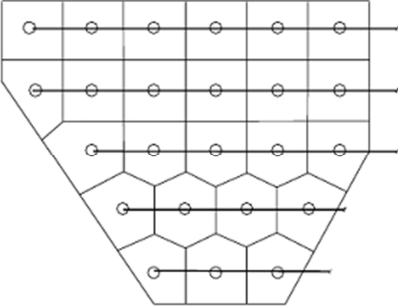
|     |   |   |   |
|-----|---|---|---|
|     | не более 200 мм.  |   |   |
| 1.4 | -   | <b>Ввести п. 6.16.11</b><br>Перед включением резервного пожарного насоса основной пожарный насос должен отключаться.  | Является устоявшейся инженерной практикой проектирования.   |
| 1.5 | <b>6.10.5</b> Спринклерные секции под перекрытием и во внутрестеллажном пространстве должны иметь самостоятельные узлы управления. При использовании узла управления с акселератором емкость трубопроводов воздушных УП допускается увеличивать до 4 мз.<br>При защите нескольких помещений или этажей здания одной спринклерной секцией необходимо предусматривать технические решения, обеспечивающие идентификацию места пожара. В качестве идентифицирующих устройств допускается использовать телевизионные камеры, АСПС (допускается применение неадресной системы при защите одним шлейфом одного помещения), сигнализаторы потока жидкости, спринклерные оросители с контролем состояния и другие технические средства.<br>Допускается устанавливать идентифицирующие устройства в одной спринклерной секции таким образом, чтобы каждое из них контролировало не более пяти помещений, выходящих в общий коридор (холл, вестибюль и пр.) в пределах этажа или непосредственно наружу.<br>Перед сигнализатором потока жидкости должна быть установлена запорная арматура с датчиками контроля положения по 6.4. | Дополнить абзацем:<br>При использовании эксгаустеров и соблюдении п. 6.10.6 емкость трубопроводов воздушных УП допускается увеличивать до 20 м <sup>3</sup> . | За рубежом применяются эксгаустеры, которые позволяют существенно повысить скорость наполнения секции водой, за счет сброса сжатого воздуха из трубопроводов.<br>Стоимость АУП при этом снижается за счет уменьшения количества секций. |
| 1.6 | <b>6.10.16</b> Продолжительность работы внутренних пожарных кранов, оборудованных водяными или пенными пожарными стволами и   | <b>6.10.16</b> Продолжительность работы внутреннего противопожарного водопровода, совмещенного с АУП, следует принимать равной времени работы АУП.            | В действующей редакции имеется неопределенность при принятии нормативного времени работы пенных ПК установленных на подводящих трубопроводах АУП, а не на питающих.   |

|     |  |   |  |
|-----|--|---|--|
|     | <p>подключенных к питающим трубопроводам спринклерной УП, следует принимать равной времени работы УП. Продолжительность работы пожарных кранов с пенными пожарными стволами, питаемых от самостоятельных вводов, следует принимать равной 1 ч</p>  |   | <p><i>Справочно: п. 3.78 трубопровод подводящий: Трубопровод, соединяющий источник огнетушащего вещества с узлами управления.</i></p>  |
| 1.7 | <p>6.10.17 В проектной документации спринклерных УП, кроме расчетного количества, следует предусматривать запас оросителей в количестве не менее 10 % от расчетного для каждого вида оросителей и не менее 2 % от этого же количества для проведения испытаний.</p>  | <p>6.10.17 АУП должны быть обеспечены запасом спринклерных и дренчерных оросителей (распылителей) при общем количестве:<br/> - до 100 шт. включ. — соответственно не менее 5 шт. и 1 шт.;<br/> - до 1000 шт. включ. — соответственно не менее 10 шт. и 2 шт.;<br/> - более 1000 шт. — соответственно не менее 15 шт. и 3 шт.<br/> АУП должны быть снабжены устройствами для измерения давления и расхода для проверки соответствия п. 6.10.6, таб. А2, А3, А4</p>   | <p>На крупных объектах 10% запас оросителей может достигать 500 шт. и более, что экономически нецелесообразно.<br/> Испытания АУП возможно производить неразрушающими методами, широко применяемыми инспекторами за рубежом: тестовые смотровые сливные краны расположенные в районе расположения диктующего оросителя, расходомеры, обводные линии для подачи воды на улицу через пожарные головки, возвратные линии в резервуар и др.</p>  |
| 1.8 | <p>6.11.3 Для нескольких функционально связанных дренчерных завес допускается предусматривать один узел управления. Для каждой секции пожаротушения следует предусматривать отдельный узел управления.</p>   | <p>6.11.3 Для нескольких функционально связанных дренчерных завес допускается предусматривать один узел управления. Для каждой секции пожаротушения следует предусматривать отдельный узел управления (завдвижку).</p>  | <p>На действующих предприятиях нефте-химической промышленности в составе АУП широко используется электрозавдвижки, так как быстрое открытие узла управления в мощной системе (даже открытой дренчерной), может привести к прямому (не цикличному) гидравлическому удару. Плавное открытие пожарной электродвижки исключает данные риски.</p>   |
| 1.9 | <p><b>6.14 Узлы управления</b><br/> <b>6.14.1</b> Узлы управления УП следует размещать в специально предназначенных для этого помещениях, пожарных постах, насосных станциях. Указанные помещения должны быть отделены от других помещений противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа. Выход из данных помещений следует предусматривать наружу, на лестничную клетку, имеющую выход наружу.<br/> Допускается указанный выход предусматривать в коридор, в который имеются выходы из помещений только категорий В4, Г1, Г2, Д и (или)</p> | <p><b>6.14 Узлы управления</b><br/> <b>6.14.1</b> Узлы управления УП следует размещать в специально предназначенных для этого помещениях, пожарных постах, насосных станциях или специальных шкафах в защищаемых помещениях или рядом с ними. Помещения для размещения узлов управления должны быть отделены от других помещений противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа. Выход из данных помещений следует предусматривать наружу, на лестничную клетку, имеющую выход наружу.<br/> Допускается указанный выход предусматривать в коридор, в который имеются выходы из помещений только категорий В4, Г1, Г2, Д и (или) некатегорируемых помещений по ТКП 474, с</p> | <p>Размещение узлов управления в защищаемых помещениях или рядом с ними является устоявшейся инженерной практикой проектирования в нашей стране, ближнем и дальнем зарубежье.<br/> Введенное ограничение по месту размещения существенно (порой в разы) <b>удорожает строительство АУП и снижает эффективность работы АУП.</b><br/> Эффективность снижается за счет увеличения времени поступления ОТВ из спринклерных воздушных или дренчерных секций, при удалении УУ от защищаемого помещения.<br/> Удорожание происходит за счет необходимости строительства отдельного помещения и увеличения количества трубопроводов.<br/> Причем на многих объектах технически невозможно устройство отдельного помещения УУ с выходом в</p> |

|      |   |   |   |
|------|---|---|---|
|      | <p>некатегорируемых помещений по ТКП 474, с удельной пожарной нагрузкой не более 200 МДж/м<sup>2</sup>, или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров противопожарными перегородками 1-го типа с дверями, оборудованными приспособлениями для самозакрывания и уплотнениями в притворах; при этом расстояние от дверей помещений узлов управления, пожарных постов, насосных станций до выхода наружу или на лестничную клетку, имеющую выход наружу, не должно превышать 25 м. Температура воздуха в помещении узлов управления должна быть не ниже 5 °С, естественное или искусственное рабочее освещение, обеспечивающее на рабочих поверхностях освещенность, — не менее 75 лк и аварийное освещение — не менее 15 лк.</p> | <p>удельной пожарной нагрузкой не более 200 МДж/м<sup>2</sup>, или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров противопожарными перегородками 1-го типа с дверями, оборудованными приспособлениями для самозакрывания и уплотнениями в притворах; при этом расстояние от дверей помещений узлов управления, пожарных постов, насосных станций до выхода наружу или на лестничную клетку, имеющую выход наружу, не должно превышать 25 м. Температура воздуха в помещении узлов управления должна быть не ниже 5 °С, естественное или искусственное рабочее освещение, обеспечивающее на рабочих поверхностях освещенность, — не менее 75 лк и аварийное освещение — не менее 15 лк.<br/><b>Дополнить абзацем:</b><br/>Отдельные узлы управления, размещенные в специальных шкафах в защищаемых помещениях или рядом, к которым имеет доступ только персонал, обслуживающий АУП, допускается не выделять противопожарными перегородками; при этом расстояние от специальных шкафов до пожарной нагрузки должно быть не менее 2 м.</p> | <p>коридор, например на объектах метрополитена.</p>   |
| 1.10 | <p><b>6.15.7</b> При хранении готового раствора пенообразователя в резервуаре для его перемешивания следует предусматривать перфорированный трубопровод, проложенный по периметру резервуара на 0,1 м ниже расчетного уровня раствора в нем.</p>  | <p><b>6.15.7</b> Хранение готового раствора пенообразователя в резервуаре не допускается</p>  | <p>Хранение пенообразователя для систем пожаротушения следует предусматривать в концентрированном виде в закрытых емкостях (ТУ на пенообразователи, п.Д.10 СНБ 3.02.01 – 98, глава 4 «Инструкции о порядке применения пенообразователей для тушения пожаров»). Ранее, для хранения рабочих растворов пенообразователей выпускались стабилизаторы хранения, но после 2012 года их выпуск прекращен. При хранении рабочих растворов пенообразователей срок годности составляет 1-3 мес. Раздельное хранение пенообразователя обеспечивает его максимальный срок годности, при этом , при хранении</p> |

|      |  |  |  |
|------|--|--|--|
|      |  |  | пенообразователя в емкостях из углеродистой стали, значительно сокращаются сроки его годности (не менее чем в 5 раз), поэтому целесообразно использовать емкости из нержавеющей стали или полимерных материалов.   |
| 1.11 | <b>6.16.5</b> На напорной линии у каждого насоса следует предусматривать обратный клапан, задвижку и манометр, а на всасывающей — задвижку и манометр. При работе насоса без подпора на всасывающей линии устанавливать задвижку не требуется.   | <b>6.16.5</b> На напорной линии у каждого насоса следует предусматривать обратный клапан, задвижку и манометр, а на всасывающей — задвижку и манометр (мановакуумметр).  | Мановакуумметры — приборы, измеряющие как и вакуумметрическое, так и манометрическое давление. Создаваемое вакуумметрическое давление - важный параметр для безотказной работы насоса. При работе насоса без подпора на всасывающей линии проектировщики как правило предусматривают задвижки, для удобства обслуживания АУП.  |
| 1.12 | <b>В.1.9</b> Осуществляют гидравлический расчет УП. Целью гидравлического расчета является определение расчетного расхода воды из условия одновременной работы всех оросителей на площади, указанной в таблице А.2 (приложение А), а также определение необходимого давления у водопитателей и диаметров трубопроводов. Последовательность гидравлического расчета: — давление, которое необходимо обеспечить у диктующего оросителя, и расстояние между оросителями определяют согласно картам орошения с учетом нормативной интенсивности орошения и высоты расположения оросителя по эпюрам орошения или паспортным данным; | <b>В.1.9</b> Осуществляют гидравлический расчет УП. Целью гидравлического расчета является определение расчетного расхода воды из условия одновременной работы всех оросителей на площади, указанной в таблице А.2 (приложение А), а также определение необходимого давления у водопитателей и диаметров трубопроводов. Последовательность гидравлического расчета: — давление, которое необходимо обеспечить у диктующего оросителя, и расстояние между оросителями определяют согласно картам орошения с учетом нормативной интенсивности орошения и высоты расположения оросителя по эпюрам орошения или паспортным данным; | Спринклерные оросители подлежат оценке соответствия требованиям СТБ 11.16.06-2011 «Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний». Согласно п. 5.1.1.3 СТБ 11.16.06-2011 значение интенсивности орошения определяется исходя из установки оросителя на высоте $H = 2.5$ м. Согласно п. 5.2.3 СТБ 11.16.06-2011 в паспорте на оросители общего назначения должны быть указаны: - давление, при котором обеспечивается нормативная интенсивность орошения защищаемой площади; - эпюры интенсивности орошения с высоты 2,5 м при давлении 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 МПа. Согласно п. 6.10.2 требований по проектированию ТКП 45-2.02-317-2018 (33020) «Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования» спринклерные УП следует проектировать для помещений высотой не более 20 м. Таким образом, сертификационными испытаниями не предусматривается проверка исходных гидравлических параметров, необходимых для проектирования: эпюр интенсивности орошения в пределах защищаемой площади в зависимости от давления и высоты установки оросителя. Как правило, эти данные отсутствуют и в технической документации. |
| 1.13 | $k_4$ — коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения; определяют по формуле $k_4 = 1 + BA_{гер}$ , (Л.3) здесь В — коэффициент, определяемый по графику, приведенному на рисунке Л.1;  | $k_4$ - коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения. $k_4 = 1 + 10 f$ , где $f = F_{гер} / F_{пом}$ - отношение суммарной площади постоянно открытых проемов  | Порядок определения коэффициента $k_4$ предлагается принять как в СП5. В действующей редакции не разъяснено как пользоваться графиком, к тому же буквенные обозначения на графике не соответствуют буквенным обозначениям в формулах.  |

|      |   |  |  |
|------|---|--|--|
|      | <p>Анег — площадь негерметичности, определяемая по формуле</p> $A_{нег} = A/A_{пом.}, \quad (Л.4)$ <p>А — суммарная площадь открытых проемов (щелей), м<sup>2</sup>, расположенных в нижней части защищаемого помещения А<sub>н</sub> и верхней части защищаемого помещения А<sub>в</sub>, м<sup>2</sup>; А<sub>пом</sub> — общая площадь помещения, м<sup>2</sup>.<br/>Для УП импульсного пожаротушения коэффициент В допускается определять по ЭД на МПП</p>  <p><b>Рисунок Л.1 — График для определения коэффициента В при расчете коэффициента k4</b></p> | <p>(проемов, щелей) F<sub>нег</sub> к общей поверхности помещения F<sub>пом</sub> .<br/>Для установок импульсного пожаротушения коэффициент k4 может приниматься в соответствии с документацией на модули.</p> |  |
| 1.14 | <p><b>М.2.1.3</b><br/>τ<sub>л</sub> — время ликвидации пламенного горения в защищаемом помещении, с; определяют опытным путем и принимают не менее 5 с.</p>   | <p><b>М.2.1.3</b><br/>τ<sub>л</sub> — размерный коэффициент, принимается равным 6 с.</p>   | <p>Отсутствует методика и технические возможности определения точного времени ликвидации пламенного горения в закрытой испытательной камере (помещении).<br/>Предлагается принять как в СП5.</p> |
| 1.15 | <p>Требуемую интенсивность орошения спринклерной УП следует обеспечивать каждым оросителем в каждой точке защищаемой площади (без учета</p>   | <p>Пункт исключить<br/>Взамен ввести следующее:<br/>Требуемую интенсивность орошения спринклерной УП следует обеспечивать из условия</p>   | <p>Согласно п. 3.21 интенсивность подачи огнетушащего вещества: Количество огнетушащего вещества, подаваемого на единицу защищаемой площади (объема) в</p>                                       |

|      |   |   |   |
|------|---|---|---|
|      | <p>суммирования интенсивностей соседних оросителей на пересекающихся участках защищаемой площади, с учетом фактических карт орошения для обеспечения нормативной интенсивности). Для дренчерных УП учитывают суммирование интенсивностей оросителей на пересекающихся участках защищаемой площади и фактические карты орошения для обеспечения нормативной интенсивности.</p> | <p>работы всех спринклеров на расчетной площади. Площадь Аконтр, которую контролирует ороситель, необходимо определять путем проведения линий посередине между соседними оросителями перпендикулярно к линии, соединяющей их, причём с учетом границ расчётной площади следует выбирать наибольшее половинное расстояние до ближайшего оросителя (см. рис 1).</p>  <p>Рисунок - Определение площади, которую покрывает один спринклер.</p> <p>Минимальный допустимый расход диктующего оросителя следует определять, как <math>Q_{\text{дикт}} = I \cdot A_{\text{ср}}</math>, где <math>I</math> – нормативная интенсивность орошения, а <math>A_{\text{ср}}</math> – среднее арифметическое четырёх значений Аконтр, найденных для диктующего и трёх ближайших к нему оросителей.</p> | <p>единицу времени. Интенсивность орошения имеет размерность л/(с*м<sup>2</sup>). Точка — одно из фундаментальных понятий математики, абстрактный объект в пространстве, не имеющий никаких измеримых характеристик (нульмерный объект). Физический смысл точки — материальная точка.</p> <p>Таким образом, невозможно обеспечить интенсивность в точке, но возможно на площади, например на нормативной площади пожара для гидравлического расчета.</p> <p>При определении расхода оросителя по условию обеспечения нормативной интенсивности орошения без учета суммирования интенсивностей соседних оросителей на пересекающихся участках защищаемой площади, значение средней интенсивности орошения на расчётной площади пожара в два и более раза превышает нормативное значение. Завышение расчётного расхода неоправданно удорожает АУП, следствия из исходного требования снижают эффективность АУП и увеличивают материальный ущерб от АУП.</p> |
| 1.16 | Приложение А  | <p>Приложение А<br/>Площадь пожара для расчета расхода ОТВ Спринклерной УП следует увеличить в 2 раза.</p>  | <p>Нормативные площади условного пожара для гидравлического расчета АУП по ТКП 45-2.02-317-2018 в два раза меньше, чем ранее действующих СН 75-76, СНиП 2.04.09-84, СНБ 2.02.05-04, ТКП 45-2.02-190-2010 (до изм.№4) и примерно в 2-2,5 меньше чем в зарубежных стандартах EN_12845, NFPA13, СЕА 4001.</p> <p>В гидравлической системе АУП спроектированной по ТКП 45-2.02-317-2018 фактическая интенсивность орошения на расчетной площади в 2-2,5 раза выше минимально нормативной интенсивности.</p> <p>По статистическим данным из 1000 пожаров 79 пожаров потушены более чем 25 вскрывшимися спринклерами, при сетке оросителей 3х3 м, 25 оросителей размещаются на</p>  |

|          |   |   |  |
|----------|---|---|--|
|          |   |   | площади около 220 м <sup>2</sup> .<br>Нормативные площади для гидравлического расчета<br>следует увеличить в 2 раза.   |
| <b>2</b> | <b>ТКП 45-2.02-316-2018 «Противопожарное водоснабжение. Строительные нормы проектирования».</b>   |   |  |
| 2.1      | 9.2 Применяемые в системах водоснабжения населенных пунктов и территорий предприятий емкости (резервуары чистой воды) кроме регулирующего, аварийного и контактного объемов воды должны включать пожарный запас. При этом количество резервуаров следует предусматривать не менее двух.   | Пункт. 9.2. Дополнить вторым абзацем<br>«На нужды УП, при объеме воды менее 1000 м <sup>3</sup> допускается хранить ее в одном резервуаре».                         | Резервуары противопожарного запаса воды на нужды УП как правило сообщаются, следовательно, хранение воды в нескольких резервуарах никак не повышает надежность УП.<br>Обеспечивается унификация с п.6.15.4 ТКП 45-2.02-317-2018, согласно которому, при объеме воды менее 1000 м <sup>3</sup> допускается хранить ее в одном резервуаре.<br>В случаях, когда по условиям транспортировки или по условиям технологического процесса (например, производства непрерывного цикла) технико-экономически целесообразнее на нужды УП устройство двух и более резервуаров, проектировщик остается в праве пользоваться первым абзацем п.9.2 ТКП 45-2.02-316-2018. |
| 2.2      | 6.2.4 При давлении у пожарных клапанов (кранов) св. 0,4 МПа между пожарным клапаном и соединительной головкой следует предусматривать установку диафрагм, снижающих избыточное давление. Допускается устанавливать диафрагмы с одинаковым диаметром отверстий на части зданий по три-четыре этажа, при этом давление принимают по верхнему этажу указанного здания. Диаметр отверстий диафрагм определяют в соответствии с приложением Б. | <b>Дополнить абзацем:</b><br>Давление перед пенными пожарными кранами допускается принимать в соответствии с их техническими характеристиками, но не более 0,8 МПа. | Пенные стволы типа СВП работают при давлениях от 0,4 до 0,6 МПа. Производятся пенные стволы работающие при давлениях до 0,8 МПа.<br>Для высоких помещений высотой 15-20 м, для создания требуемой высоты компактной части струи, требуемое давление перед стволом СВП составляет 0,6 МПа.<br>Работа может выполняться одним ствольщиком.   |

## Приложение 2. Пример гидравлического расчета по «старой» (предлагаемой) методике

### Гидравлический расчет диктующей секции 1 (отметка –3.00 м)

Секция 1 является наиболее удаленной и высокорасположенной от узла управления и защищает помещение сложной формы, имеющее площадь 443,7 м<sup>2</sup> и объемом около 1200 м<sup>3</sup>. Согласно табл. Б.2 ТКП 45–2.02–190–2010 для 2 группы помещений определяем:

- минимальная интенсивность орошения  $I_{\min} = 0,12 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$ ;
- максимальная площадь, контролируемая одним оросителем  $S_{\max} = 12 \text{ м}^2$ ;
- расчётная площадь пожара  $S_{\text{расч}} = 240 \text{ м}^2$ ;
- продолжительность работы АУВП 60 мин; максимальное расстояние между оросителями  $L_{\max} = 4 \text{ м}$ .

Согласно табл. 7 ТКП 45–2.02–138–2009 каждая точка объёма помещения должна защищаться двумя струями с минимальным расходом 2,5 л/с на одну струю.

Выполняем трассировку спринклерной системы таким образом, чтобы расстояние между оросителями составляло около 3 м, а расстояние от оросителя до стены не превышало половины  $L_{\max}$  (рис. 1). На наиболее удаленной и высокорасположенной от узла управления расчётной площади (заштрихована) размещается 33 оросителя, т.е. один ороситель защищает в среднем площадь  $S_{\text{сп}} = S_{\text{расч}} / 33 = 7,3 \text{ м}^2$ . Планировка данной группы помещений определяет подачу ОТВ по разветвлённому тупиковому распределительному трубопроводу. Указанное среднее значение защищаемой одним оросителем площади примерно совпадает со значениям, подсчитанным для полного числа спринклеров в данном помещении. Расстановку кранов выполняем таким образом, чтобы каждая точка помещения была защищена двумя струями. Данное условие гарантированно обеспечивают 4 пожарных крана при длине пожарных рукавов 20 м и высоте компактной части струи свыше 8 м (рис. 1).

Количество оросителей в рядах соответствует требованиям п. 6.10.10 ТКП 45–2.02–190–2010. Трассировка выполнена с учётом минимизации потребного напора насоса АУП.

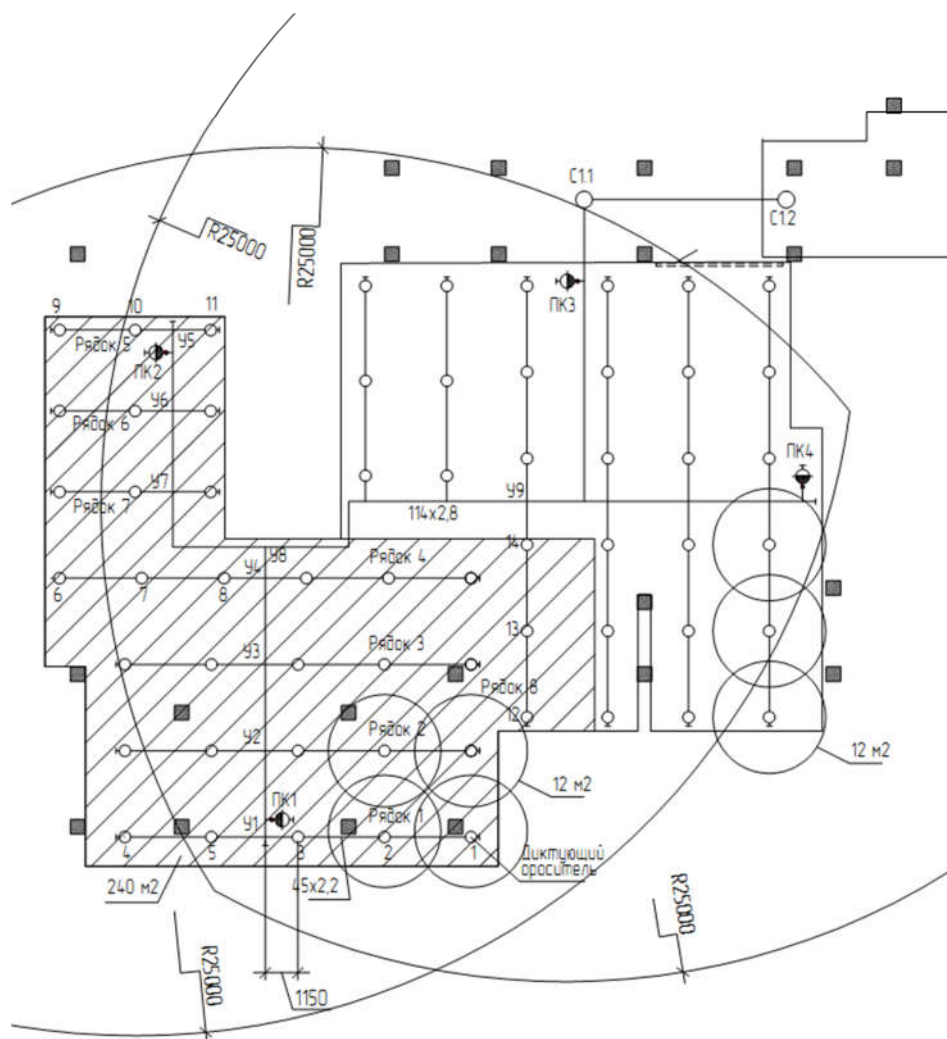


Рисунок 1. Трассировка секции 1 и нормативная площадь пожара для гидравлического расчёта

Диктующим выбран максимально удаленный и высокорасположенный от узла управления ороситель (рис. 2). С целью минимизации потребного напора выбираем для секции 1 малоинерционные оросители артикула VK331/06720 с паспортным  $K$ -фактором  $K_f = 57 \text{ л}/(\text{мин} \cdot \text{бар}^{0,5})$ , что соответствует коэффициенту производительности  $K = 0,3 \text{ л}/(\text{с} \cdot \text{м}^{0,5})$ . В водозаполненной системе применяем направленные розеткой вниз оросители. Поскольку в подвальном помещении отсутствует возможность скопления под перекрытием нагретых масс воздуха, с целью сокращения инерционности АУП выбираем ороситель с наименьшей температурой срабатывания  $57 \text{ }^\circ\text{C}$ . Рабочий диапазон напоров оросителя – от 5 до 120 м.

| Sprinkler Base Part No. <sup>1</sup> | SIN   | Thread Size |       | Nominal K-Factor |                     | Overall Length |    | Listings and Approvals <sup>3</sup><br>(Refer also to Design Criteria on page 41e.) |                  |     |          |                        |                        |
|--------------------------------------|-------|-------------|-------|------------------|---------------------|----------------|----|---|------------------|-----|----------|------------------------|------------------------|
|                                      |       | NPT         | BSP   | U.S.             | metric <sup>2</sup> | Inches         | mm | cULus <sup>4</sup>  | NYC <sup>5</sup> | VdS | LPCB     | CE                     | ⚙                      |
| <b>Standard Orifice</b>              |       |             |       |                  |                     |                |    |   |                  |     |          |                        |                        |
| 06662B                               | VK302 | 1/2"        | 15 mm | 5.6              | 80.6                | 2-1/4"         | 58 | A1X, B1Y, C4, E4Z   | A1X, B1Y         | --  | --       | --                     | --                     |
| 18021                                | VK302 | 1/2"        | 15 mm | 5.6              | 80.6                | 2-1/4"         | 58 | A1X, B1Y  | A1X, B1Y         | A2  | A2X, B2Y | C2X, E2Y <sup>11</sup> | C2X, E2Y <sup>14</sup> |
| <b>Large Orifice</b>                 |       |             |       |                  |                     |                |    |   |                  |     |          |                        |                        |
| 06666B                               | VK352 | 3/4"        | 20 mm | 8.0              | 115.2               | 2-3/8"         | 60 | A1X, B1Y, C4, E4Z   | A1X, B1Y         | A2  | A2X      | C2 <sup>11</sup>       | --                     |
| 06765B                               | VK352 | 1/2"        | 15 mm | 8.0              | 115.2               | 2-3/8"         | 60 | A1X, B1Y, C4, E4Z   | A1X, B1Y         | A2  | --       | A2 <sup>12</sup>       | --                     |
| <b>Small Orifice<sup>8</sup></b>     |       |             |       |                  |                     |                |    |   |                  |     |          |                        |                        |
| 06718B <sup>9</sup>                  | VK329 | 1/2"        | 15 mm | 2.8              | 40.3                | 2-3/16"        | 56 | A1X, B1Y  | A1X, B1Y         | --  | --       | --                     | --                     |
| 06720B <sup>9</sup>                  | VK331 | 1/2"        | 15 mm | 4.2              | 57                  | 2-1/4"         | 58 | A1X, B1Y  | A1X, B1Y         | --  | --       | --                     | --                     |
| 06932B                               | VK331 | --          | 10 mm | 4.2              | 57                  | 2-3/8"         | 60 | --  | --               | A2  | --       | G3 <sup>13</sup>       | --                     |

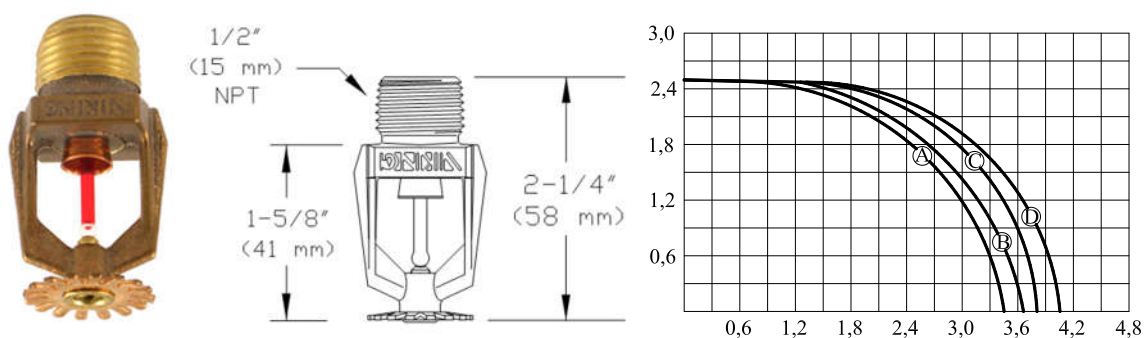


Рисунок 2. Ороситель VK331/06720: паспортные данные, размеры и эюры орошения при напорах от 10 до 40 м

По данным производителя практически весь расход оросителей данного типа сосредоточен в круге радиусом около 3,6 м и площадью около 40 м<sup>2</sup> (при высоте расположения оросителя более 2,5 м), а интенсивность орошения слабо зависит от напора, поскольку с ростом расхода увеличивается орошаемая площадь (рис. 2). Следовательно, при выбранном расположении спринклеров орошаемые ими зоны существенно перекрываются, а у оросителей, расположенных вблизи стен, часть расхода не поступает непосредственно на расчётную площадь. Поэтому значение контролируемой одним оросителем площади принимаем равным фактической площади между оросителями, расположенными с шагом 3 м, т.е.  $S_{\text{контр}} = 9 \text{ м}^2$ .

В этом случае расход диктующего оросителя определится из условия обеспечения нормативной минимальной интенсивности  $I_{\text{мин}} = 0,12 \text{ л/(с·м}^2\text{)}$  на указанной средней площади  $S_{\text{контр}} = 9 \text{ м}^2$ . Нормативная интенсивность будет достигнута при срабатывании 3–4 соседних спринклеров в зоне интерференции их факелов распыла (рис. 3).

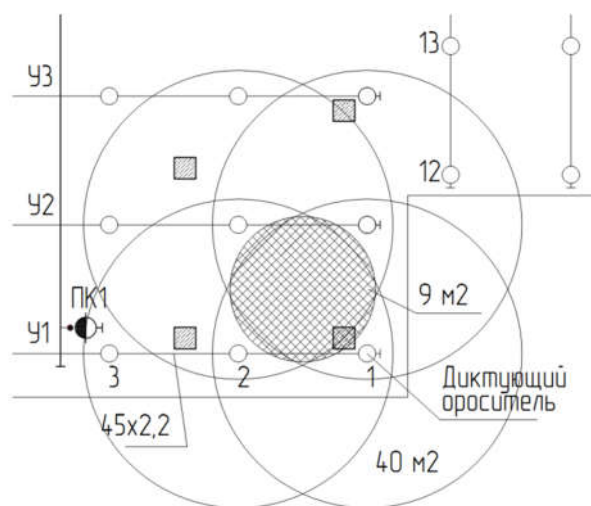


Рисунок 3. Фактическая контролируемая площадь и факелы распыла оросителей

Расход диктующего оросителя тогда определится как  $Q_{\text{дикт}} = I_{\text{ин}} \cdot S_{\text{комп}} = 1,08 \text{ л/с}$ , а потребный напор на диктующем оросителе составит  $H_{\text{дикт}} = (Q_{\text{дикт}}/K)^2 = 12,96 \text{ м}$ . Полученный напор близок к нижнему пределу рабочего диапазона оросителя, что позволяет минимизировать потребную мощность насоса при обеспечении нормативной интенсивности орошения спринклеров и нормативной высоты компактной части струи пожарных стволов.

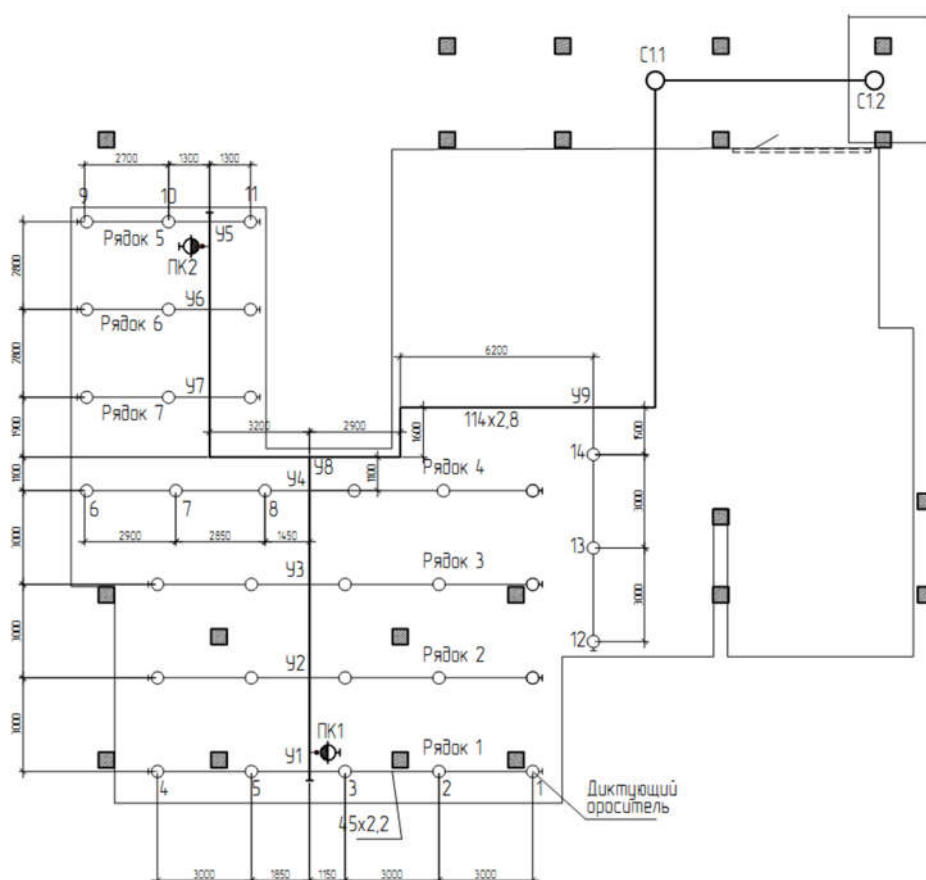


Рисунок 4. Расчетная площадь секции 1 с обозначениями оросителей, узлов и рядков

Для питающего трубопровода применяется: труба электросварная  $D_{100}$  (114×2,8) с коэффициентом проводимости  $k_{100} = 5872$ . Для распределительного трубопровода использована труба электросварная  $D_{40}$  (45×2,2) с коэффициентом проводимости  $k_{40} = 28,7$ . Для стояков пожарных кранов применяем трубу  $D_{50}$  (57×2,5) с коэффициентом проводимости  $k_{50} = 110$  (табл. Г.1 ТКП 45-2.02-190-2010).

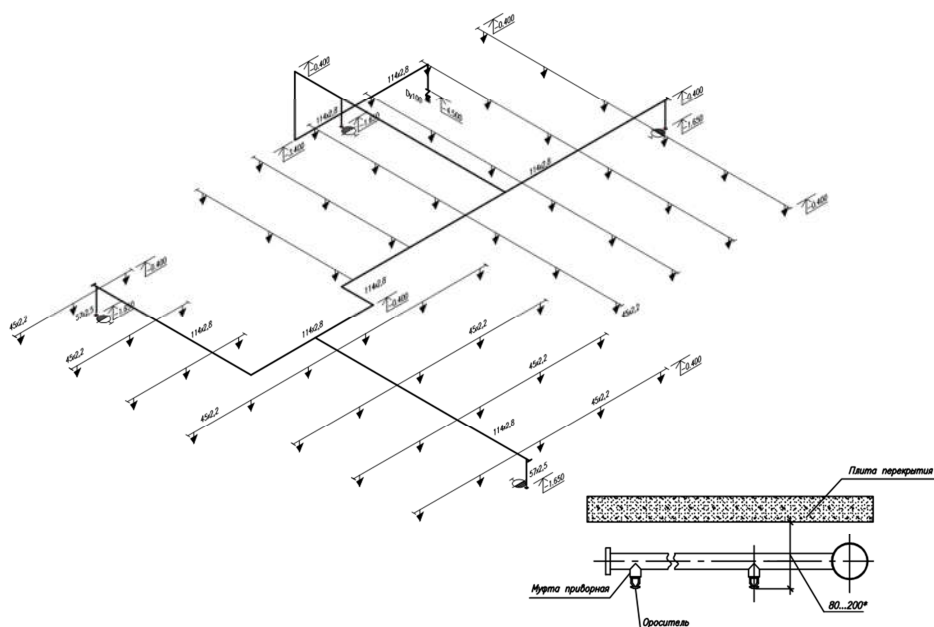


Рисунок 5. Отметки высот трубопроводов, пожарных кранов и узла управления. Допустимое расстояние от распылителей до перекрытия.

В связи с низкой высотой потолка допустимое расстояние от розетки распылителя до перекрытия, составляющее по ТКП 45-2.02-190-2010 80...400 мм, сокращено до 80...200 мм (рис. 5). Разница высот в данном диапазоне составляет менее 1% от напора перед диктующим оросителем  $H_1$ , поэтому при расчёте расхода оросителей разницей высот пренебрегаем и принимаем, что все оросители секции 1 расположены на 100 мм ниже перекрытия, т.е. на отметке  $-0,4$  м.

### Расчёт рядка 1

При напоре  $H_1 = 12,96$  м и расходе диктующего оросителя  $Q_1 = 1,08$  л/с потери напора на участке 1-2 составят  $h_{1,2} = Q_1^2 L_{1,2} / k_{50} = 0,12$  м, тогда:

Напор перед оросителем 2:  $H_2 = H_1 + h_{1,2} = 13,08$  м

Расход через ороситель 2:  $Q_2 = KH_2^{1/2} = 1,45$  л/с

Расход на участке 2-3:  $Q_{2-3} = Q_1 + Q_2 = 2,17$  л/с

Потери напора на участке 2-3:  $h_{2-3} = Q_{2-3}^2 L_{2-3} / k_{40} = 0,49$  м

Напор в узле 3:  $H_3 = H_2 + h_{2-3} = 13,57$  м

Расход через ороситель 3:  $Q_3 = KH_3^{1/2} = 1,11$  л/с

Расход на участке 3–У1:  $Q_{3-У1} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3,27 \text{ л/с}$

Потери напора на участке 3–У1:  $h_{3-У1} = Q_{3-У1} \cdot L_{3-У1} / k_{40} = 0,43 \text{ м}$

Напор в узле У1:  $H_{У1} = H_3 + h_{3-У1} = 14 \text{ м}$

Расчёт левой ветви рядка 1 выполняем итерациями из условия равенства напоров в узле У1 для обеих ветвей рядка. Получаем:

Напор перед оросителем 4:  $H_4 = 13,65 \text{ м}$

Расход через ороситель 4:  $Q_4 = K H_4^{1/2} = 1,11 \text{ л/с}$

Расход на участке 4–5:  $Q_{4-5} = Q_4 = 1,11 \text{ л/с}$

Потери напора на участке 4–5:  $h_{4-5} = Q_{4-5} \cdot L_{4-5} / k_{40} = 0,13 \text{ м}$

Напор перед оросителем 5:  $H_5 = H_4 + h_{4-5} = 13,78 \text{ м}$

Расход через ороситель 5:  $Q_5 = K H_5^{1/2} = 1,11 \text{ л/с}$

Расход на участке 5–У1:  $Q_{5-У1} = Q_4 + Q_5 = 2,22 \text{ л/с}$

Потери напора на участке 5–У1:  $h_{5-У1} = Q_{5-У1} \cdot L_{5-У1} / k_{40} = 0,32 \text{ м}$

Напор в узле У1:  $H_{У1} = H_5 + h_{5-У1} = 14 \text{ м}$

Полный расход через рядок 1 составляет  $Q_{Р1} = Q_{3-У1} + Q_{5-У1} = 5,49 \text{ л/с}$ , тогда характеристика рядка 1  $V_{Р1} = Q_{Р1}^2 / H_{У1} = 2,15 \text{ л}^2 / (\text{м} \cdot \text{с}^2)$ .

### *Выбор диктующего пожарного крана ПК1*

Потерями напора между узлом У1 и точкой подключения стояка пожарного крана пренебрегаем. При высоте стояка 1,25 м и нормативном расходе  $Q_{ПК} = 2,5 \text{ л/с}$  потери в стояке Ду50 составят  $h_{ПК} = Q_{ПК} \cdot L_{ПК} / k_{50} = 0,07 \text{ м}$ , и напор перед краном с учётом указанной разницы геометрических высот составит  $H_{ПК} = H_{У1} - h_{ПК} + Z_{ПК} = 15,18 \text{ м}$ . Выбираем пожарный кран диаметром 50 мм, рукав длиной 20 м и ствол РС–50 со sprыском диаметром 16 мм. Согласно табл. А1 ТКП 45–2.02–138–2009 при напоре на выходе из пожарного крана 15,2 м расход составит около 3 л/с при высоте компактной части струи свыше 8 м.

Поскольку высота помещения составляет 2,7 м, то указанная высота компактной части струи при длине рукава 20 м гарантированно обеспечивает орошение любой точки защищаемого объёма. С учётом того, что одновременная работа внутреннего противопожарного водопровода и спринклерной системы является маловероятной, фактический расход на два пожарных крана окажется примерно в 10 раз меньше расхода на орошение расчётной площади, а потери напора будут примерно в 100 раз меньше расчётных. Следовательно, напор перед пожарными кранами окажется близок к максимальному напору насоса, и высота компактной части струи значительно превысит 10 м.

Напор перед стволом при этом не превысит 40 м, поэтому кран не требует диафрагмирования.

Увеличиваем расход в питающем трубопроводе на участках У8–У1 на  $Q_{ПК} = 2,5$  л/с.

### Расчёт рядков 2–3

С учетом расхода на ПК1 расход на участке У1–У2 составит  $Q_{У1-У2} = 8$  л/с, тогда:

Потери напора на участке У1–У2

$$h_{У1-У2} = Q_{У1-У2}^2 \cdot L_{У1-У2} / K_{100} = 0,03 \text{ м}$$

Напор в узле У2

$$H_{У2} = H_{У1} + h_{У1-У2} = 14,03 \text{ м}$$

Расход рядка 2

$$Q_{Р2} = (B_{Р1} \cdot H_{У2})^{0,5} = 5,49 \text{ л/с}$$

Расход на участке У2–У3

$$Q_{У2-У3} = Q_{Р1} + Q_{Р2} = 13,49 \text{ л/с}$$

Потери напора на участке У2–У3

$$h_{У2-У3} = Q_{У2-У3}^2 \cdot L_{У2-У3} / K_{125} = 0,09 \text{ м}$$

Напор в узле У3

$$H_{У3} = H_{У2} + h_{У2-У3} = 14,12 \text{ м}$$

Расход рядка 3

$$Q_{Р3} = (B_{Р1} \cdot H_{У3})^{0,5} = 5,51 \text{ л/с}$$

Расход на участке У3–У4

$$Q_{У3-У4} = Q_{Р1} + Q_{Р2} + Q_{Р3} = 19 \text{ л/с}$$

Потери напора на участке У3–У4

$$h_{У3-У4} = Q_{У3-У4}^2 \cdot L_{У3-У4} / K_{125} = 0,18 \text{ м}$$

Напор в узле У4

$$H_{У4} = H_{У3} + h_{У3-У4} = 14,3 \text{ м}$$

### Расчёт рядка 4

Расчёт левой ветви рядка 4 выполняем итерациями из условия получения в узле У4  $H_{У4} = 14,3$  м. Получаем:

Напор перед оросителем 6:

$$H_6 = 13,16 \text{ м}$$

Расход через ороситель 6:

$$Q_6 = K H_6^{1/2} = 1,09 \text{ л/с}$$

Расход на участке 6–7:

$$Q_{6-7} = Q_6 = 1,09 \text{ л/с}$$

Потери напора на участке 6–7:

$$h_{6-7} = Q_{6-7}^2 \cdot L_{6-7} / k_{40} = 0,12 \text{ м}$$

Напор перед оросителем 7:

$$H_7 = H_6 + h_{6-7} = 13,28 \text{ м}$$

Расход через ороситель 7:

$$Q_7 = K H_7^{1/2} = 1,09 \text{ л/с}$$

Расход на участке 7–8:

$$Q_{7-8} = Q_6 + Q_7 = 2,18 \text{ л/с}$$

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Потери напора на участке 7–8:  | $h_{7-8} = Q_{7-8} \cdot L_{7-8} / k_{10} = 0,47 \text{ м}$    |
| Напор перед оросителем 8:      | $H_8 = H_7 + h_{7-8} = 13,75 \text{ м}$                        |
| Расход через ороситель 8:      | $Q_8 = KH_8^{1/2} = 1,11 \text{ л/с}$                          |
| Расход на участке 8–У4:        | $Q_{8-У4} = Q_6 + Q_7 + Q_8 = 3,29 \text{ л/с}$                |
| Потери напора на участке 8–У4: | $h_{8-У4} = Q_{8-У4} \cdot L_{8-У4} / k_{10} = 0,55 \text{ м}$ |
| Напор в узле У4:               | $H_{У4} = H_8 + h_{8-У4} = 14,3 \text{ м}$                     |

Рядок 4 симметричен, поэтому полный расход через него составляет  $Q_{р4} = 2Q_{8-У4} = 6,58 \text{ л/с}$ , и расход на участке У4–У8 определится как  $Q_{У4-У8} = Q_{8-У4} + Q_{р4} = 25,58 \text{ л/с}$ . Тогда:

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Потери напора на участке У4–У8: | $h_{У4-У8} = Q_{У4-У8} \cdot L_{У4-У8} / k_{10} = 0,12 \text{ м}$ |
| Напор в узле У8:                | $H_{У8} = H_{У4} + h_{У4-У8} = 14,42 \text{ м}$                   |

#### *Расчёт рядков 5–7 и ПК2*

Для определения характеристики рядка 5 принимаем перед распылителем 9 произвольное значение напора  $H_9 = 10 \text{ м}$ , тогда:

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Расход через ороситель 9:       | $Q_9 = KH_9^{1/2} = 0,95 \text{ л/с}$                             |
| Расход на участке 9–10:         | $Q_{9-10} = Q_9 = 0,95 \text{ л/с}$                               |
| Потери напора на участке 9–10:  | $h_{9-10} = Q_{9-10} \cdot L_{9-10} / k_{10} = 0,08 \text{ м}$    |
| Напор перед оросителем 10:      | $H_{10} = H_9 + h_{9-10} = 10,08 \text{ м}$                       |
| Расход через ороситель 10:      | $Q_{10} = KH_{10}^{1/2} = 0,95 \text{ л/с}$                       |
| Расход на участке 10–У5:        | $Q_{10-У5} = Q_9 + Q_{10} = 1,9 \text{ л/с}$                      |
| Потери напора на участке 10–У5: | $h_{10-У5} = Q_{10-У5} \cdot L_{10-У5} / k_{10} = 0,16 \text{ м}$ |
| Напор в узле У5:                | $H_{У5} = H_{10} + h_{10-У5} = 10,25 \text{ м}$                   |

Расход через правую ветвь рядка 5 находим итерациями из условия получения в узле У5 указанного напора:

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Напор перед оросителем 11: | $H_{11} = 10,21 \text{ м}$                  |
| Расход через ороситель 11: | $Q_{11} = KH_{11}^{1/2} = 0,96 \text{ л/с}$ |
| Расход на участке 11–У5:   | $Q_{11-У5} = Q_{11} = 0,96 \text{ л/с}$     |

Потери напора на участке 11-У5:  $h_{11-У5} = Q_{11-У5}^2 \cdot L_{11-У5} / K_{10} = 0,04 \text{ м}$

Напор в узле У5:  $H_{У5} = H_{10} + h_{10-У5} = 10,25 \text{ м}$

При данном напоре полный расход через рядок 5 составит  $Q_{Р5} = Q_{10-У5} + Q_{11-У5} = 2,86 \text{ л/с}$ , и тогда искомая характеристика рядка 5  $V_{Р5} = Q_{Р5}^2 / H_{У5} = 0,8 \text{ л}^2 / (\text{м} \cdot \text{с}^2)$ .

Поскольку ветвь У5-У8 короче ветви У1-У8, то напор перед ПК2 окажется несколько выше, чем перед ПК1, но не превысит  $H_{ПК2} = H_{У8} + Z_{У8-ПК2} = 15,55 \text{ м}$ . Поскольку значения напоров перед ПК2 и ПК1 близки, то разница расходов мала, расход ПК 2 также близок к нормативному значению и кран не требует диафрагмирования. Расход на участках У5-У8 увеличиваем на 2,5 л/с.

Далее, с учётом расхода на ПК2, итерациями находим расходы через рядки 5-7 из условия получения в узле У8 напора  $H_{У8} = 14,42 \text{ м}$ :

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Напор в узле У5                | $H_{У5} = 14,22 \text{ м}$  |
| Расход рядка 5                 | $Q_{Р5} = (V_{Р5} \cdot H_{У5})^{0,5} = 3,37 \text{ л/с}$             |
| Расход на участке У5-У6        | $Q_{У5-У6} = Q_{Р5} = 5,88 \text{ л/с}$                               |
| Потери напора на участке У5-У6 | $h_{У5-У6} = Q_{У5-У6}^2 \cdot L_{У5-У6} / K_{100} = 0,016 \text{ м}$ |
| Напор в узле У6                | $H_{У6} = H_{У5} + h_{У5-У6} = 14,24 \text{ м}$                       |
| Расход рядка 6                 | $Q_{Р6} = (V_{Р5} \cdot H_{У6})^{0,5} = 3,37 \text{ л/с}$             |
| Расход на участке У6-У7        | $Q_{У6-У7} = Q_{Р5} + Q_{Р6} = 9,25 \text{ л/с}$                      |
| Потери напора на участке У6-У7 | $h_{У6-У7} = Q_{У6-У7}^2 \cdot L_{У6-У7} / K_{100} = 0,04 \text{ м}$  |
| Напор в узле У7                | $H_{У7} = H_{У6} + h_{У6-У7} = 14,28 \text{ м}$                       |
| Расход рядка 7                 | $Q_{Р7} = (V_{Р7} \cdot H_{У7})^{0,5} = 3,38 \text{ л/с}$             |
| Расход на участке У7-У8        | $Q_{У7-У8} = Q_{Р5} + Q_{Р6} + Q_{Р7} = 12,63 \text{ л/с}$            |
| Потери напора на участке У7-У8 | $h_{У7-У8} = Q_{У7-У8}^2 \cdot L_{У7-У8} / K_{100} = 0,14 \text{ м}$  |
| Напор в узле У8                | $H_{У8} = H_{У7} + h_{У7-У8} = 14,42 \text{ м}$                       |

Расход на участке У8-У9 длиной 12,65 м составит  $Q_{У8-У9} = Q_{У7-У8} + Q_{У8-У9} = 38,21 \text{ л/с}$ , а потери на данном участке –  $h_{У8-У9} = Q_{У8-У9}^2 \cdot L_{У8-У9} / K_{100} = 3,15 \text{ м}$ , т.е. напор в узле 9 будет равен  $H_{У9} = H_{У8} + h_{У8-У9} = 17,57 \text{ м}$ .

*Расчёт рядка 8*

Расчёт ветви рядка 8, входящей на расчётную площадь, выполняем итерациями из условия получения напора в узле 9  $H_{99} = 17,57$  м. Получаем:

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Напор перед оросителем 12:      | $H_{12} = 16,11$ м  |
| Расход через ороситель 12:      | $Q_{12} = KH_{12}^{1/2} = 1,2$ л/с                        |
| Расход на участке 12–13         | $Q_{12-13} = Q_{12} = 1,2$ л/с                            |
| Потери напора на участке 12–13: | $h_{12-13} = Q_{12-13} \cdot L_{12-13} / k_{50} = 0,15$ м |
| Напор перед оросителем 13:      | $H_{13} = H_{12} + h_{12-13} = 16,26$ м                   |
| Расход через ороситель 13:      | $Q_{13} = KH_{13}^{1/2} = 1,21$ л/с                       |
| Расход на участке 13–14:        | $Q_{13-14} = Q_{12} + Q_{13} = 2,41$ л/с                  |
| Потери напора на участке 13–14: | $h_{13-14} = Q_{13-14} \cdot L_{13-14} / k_{50} = 0,61$ м |
| Напор перед оросителем 14:      | $H_{14} = H_{13} + h_{13-14} = 16,87$ м                   |
| Расход через ороситель 14:      | $Q_{14} = KH_{14}^{1/2} = 1,23$ л/с                       |
| Расход на участке 14–У9:        | $Q_{14-99} = Q_{12} + Q_{13} + Q_{14} = 3,65$ л/с         |
| Потери напора на участке 14–У9: | $h_{14-99} = Q_{14-99} \cdot L_{14-99} / k_{50} = 0,69$ м |
| Напор в узле У9:                | $H_{99} = H_{14} + h_{14-99} = 17,57$ м                   |

### *Расчёт питающего трубопровода*

Расчётный расход насоса составит  $Q_{н} = Q_{14-99} + Q_{99-99} \approx 42$  л/с, из них около 37 л/с поступает на орошение расчётной площади, обеспечивая среднюю интенсивность орошения  $I_{ср} = 0,154$  л/(с·м<sup>2</sup>), что составляет 1,28 I<sub>норм</sub>. При этом в зоне интерференции факелов распыла диктующего и 2–3 соседних с ним оросителей гарантированно обеспечивается нормативная интенсивность орошения и подается нормативный расход на внутренний противопожарный водопровод.

Длина трубопровода от точки У9 до узла управления составляет 23,2 м. При указанном расходе насоса  $Q_{н} = 42$  л/с потери напора в нём составят  $h_{99-99} = Q_{н} \cdot L_{99-99} / k_{100} = 6,97$  м. С учётом разницы высот между У9 и узлом управления, равной  $Z_{99-99} = 4,1$  м, напор за клапаном узла управления составит

$$H_{99} = H_{99} + h_{99-99} + Z_{99-99} = 28,64 \text{ м.}$$

### *Проверка допустимой скорости потока*

В распределительных трубопроводах секции 1 наибольший расход достигается на участке 14–У9. При  $Q_{14-У9} = 3,65$  л/с в трубопроводе с внутренним диаметром 40,6 мм среднерасходная скорость составляет  $V_{40max} = 2,82$  м/с.

В питающих трубопроводах секции 1 наибольший расход, равный полному расходу насоса, достигается на участке У9–У9. При  $Q_{У9} = 42$  л/с в трубопроводе с внутренним диаметром 108,4 мм среднерасходная скорость составляет  $V_{108max} = 4,58$  м/с.

В обоих случаях скорость не превышает максимально допустимой по ТКП 45–2.02–190–2010 величины 10 м/с.

## 6.2.2 Гидравлический расчет секции 2 (отметка –6.00 м)

### *Оценка расхода АУПТ и пожарных кранов*

Секция 2 защищает помещение сложной формы, имеющее площадь 541,3 м<sup>2</sup> и объём около 1460 м<sup>3</sup>. Согласно табл. Б.2 ТКП 45–2.02–190–2010 для 2 группы помещений определяем:

- минимальная интенсивность орошения  $I_{min} = 0,12$  л/(с·м<sup>2</sup>);
- максимальная площадь, контролируемая одним оросителем  $S_{max} = 12$  м<sup>2</sup>;
- расчётная площадь пожара  $S_{расч} = 240$  м<sup>2</sup>;
- продолжительность работы АУВП 60 мин;
- максимальное расстояние между оросителями  $L_{max} = 4$  м.

Согласно табл. 7 ТКП 45–2.02–138–2009 каждая точка объёма помещения должна защищаться двумя струями с минимальным расходом 2,5 л/с на одну струю.

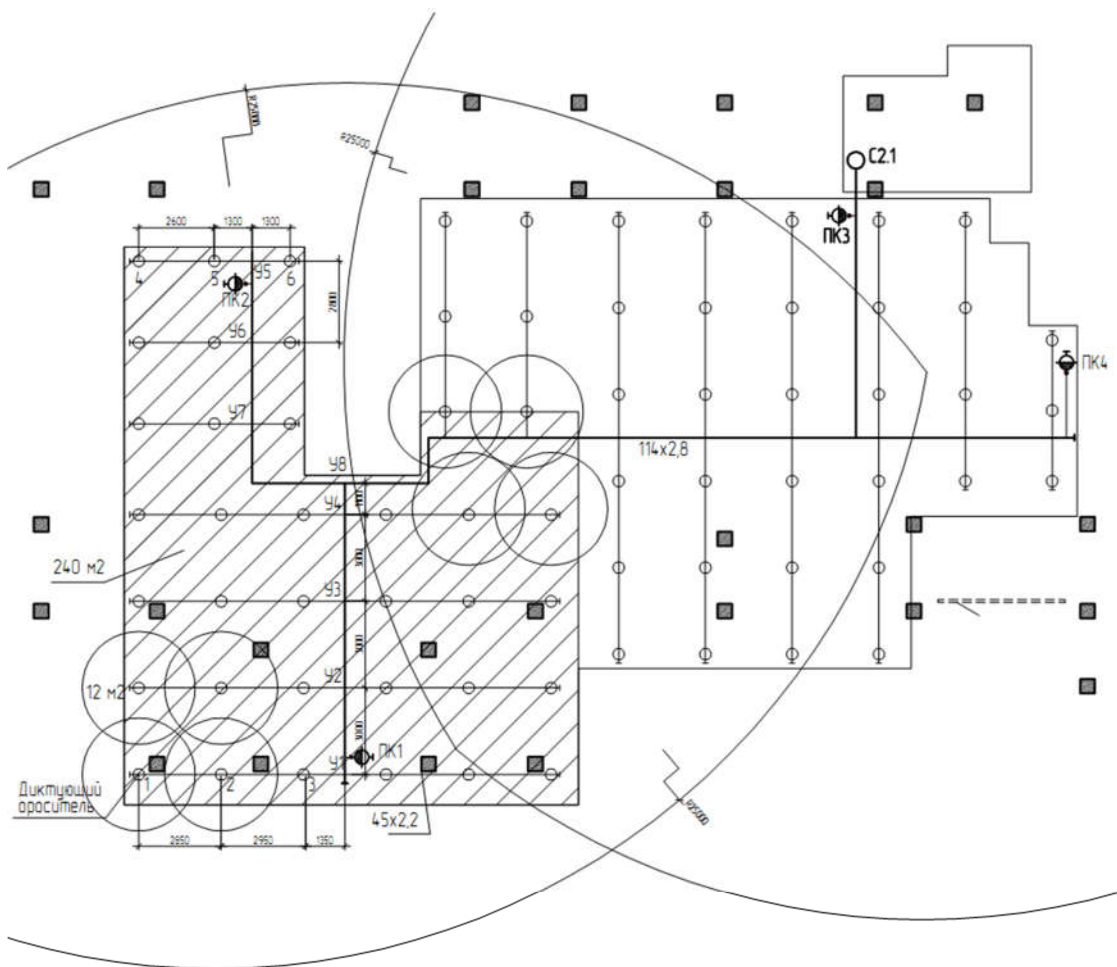


Рисунок 6 Трассировка секции 2 и нормативная площадь пожара для гидравлического расчёта

Выполняем трассировку спринклерной системы таким образом, чтобы расстояние между оросителями составляло около 3 м, а расстояние от оросителя до стены не превышало половины  $L_{max}$  (рис. 1). На наиболее удалённой и высокорасположенной от узла управления расчётной площади (заштрихована) размещается 33 оросителя, т.е. один ороситель защищает в среднем площадь  $S_{ор} = S_{расч} / 33 = 7,3 \text{ м}^2$ . Планировка данной группы помещений определяет подачу ОТВ по разветвлённому тупиковому распределительному трубопроводу. Указанное среднее значение защищаемой одним оросителем площади примерно совпадает со значениям, подсчитанным для полного числа спринклеров в данном помещении. Расстановку кранов выполняем таким образом, чтобы каждая точка помещения была защищена двумя струями. Данное условие гарантированно обеспечивают 4 пожарных крана при длине пожарных рукавов 20 м и высоте компактной части струи 5 м (рис. 6). Количество оросителей в рядах соответствует требованиям п. 6.10.10 ТКП 45–2.02–190–2010.

Для питающего трубопровода применяется: труба электросварная  $D_{100}$  (114×2,8) с коэффициентом проводимости  $k_{100} = 5872$ . Для распределительного трубопровода использована труба электросварная  $D_{40}$  (45×2,2) с коэффициентом проводимости  $k_{40} = 28,7$ . Для стояков пожарных кранов применяем трубу  $D_{50}$  (57×2,5) с коэффициентом проводимости  $k_{50} = 110$  (табл. Г.1 ТКП 45–2.02–190–2010).

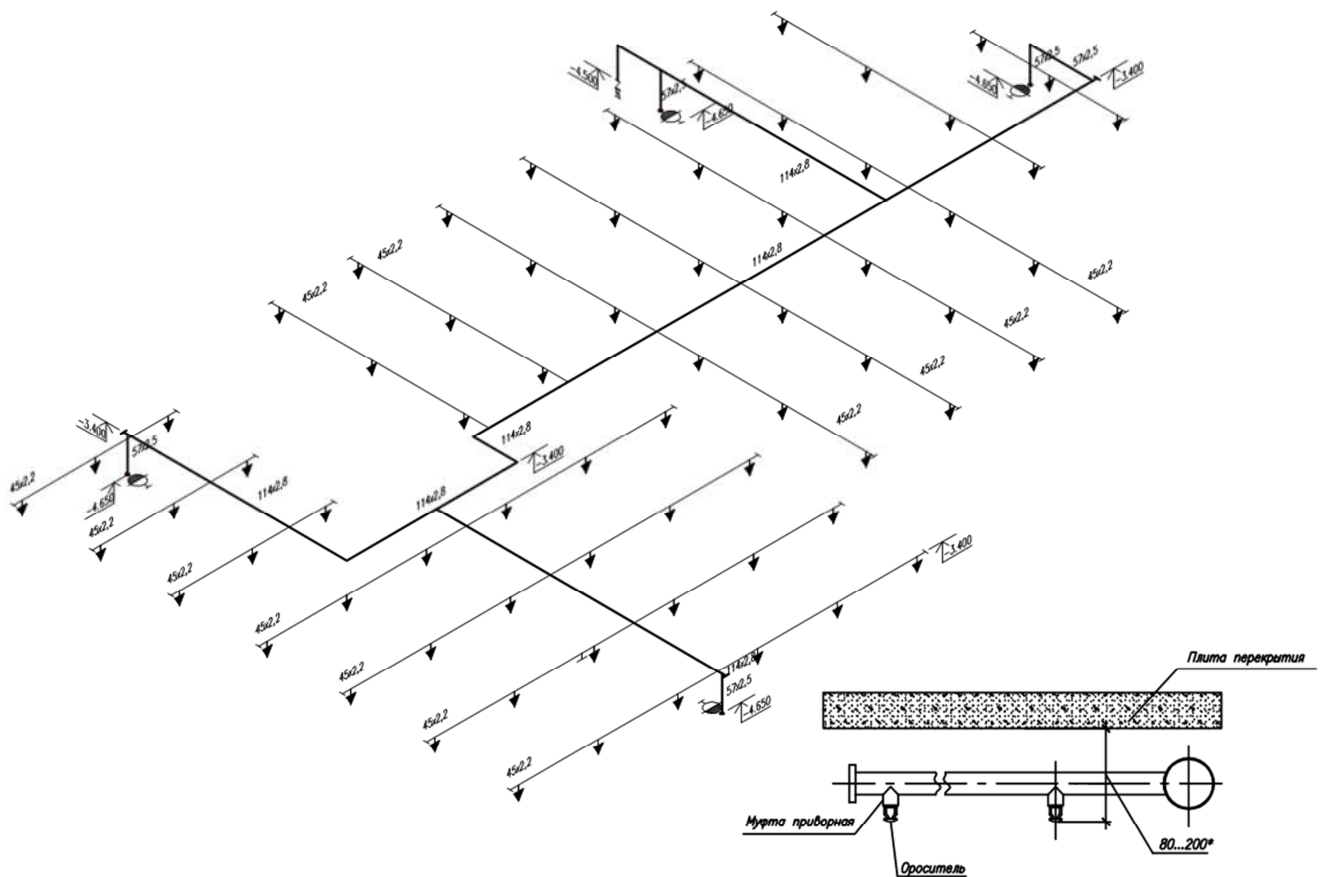


Рисунок 7 Отметки высот трубопроводов, пожарных кранов и узла управления.  
Допустимое расстояние от распылителей до перекрытия.

В связи с низкой высотой потолка допустимое расстояние от розетки распылителя до перекрытия, составляющее по ТКП 45–2.02–190–2010 80...400 мм, сокращено до 80...200 мм (рис. 7). Разница высот в данном диапазоне составляет менее 1% от напора перед диктующим оросителем  $H$ , поэтому при расчёте расхода оросителей разницей высот пренебрегаем и принимаем, что все оросители секции 1 расположены на 100 мм ниже перекрытия, т.е. на отметке  $-3,4$  м.

Трассировка секции 2 мало отличается от трассировки секции 1, поэтому характеристику секции 2, определённую для полного расхода в узле У8, принимаем примерно равной характеристике секции 1, которая в узле У9 составляет  $V_{c1} = Q_{c1}^2 / H_{c1} = 100,4 \text{ л}^2 / (\text{м} \cdot \text{с}^2)$ .

Приблизительно принимаем, что напор за узлом управления при работе секций одинаков. В этом случае для секции 2  $H_{c2} = 29$  м.

Расход и потери напора на участке У8–У9 вычисляем итерациями из условия получения за узлом управления напора  $H_{c2} = 28,7$  м. Длина трубопровода от точки У8 до узла управления составляет 30,1 м.

С учётом разницы высот между узлом управления и спринклерами  $Z_{У8-У9} = 1,1$  м получаем:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Напор в узле У8                | $H_{\text{У8}} = 18,2 \text{ м}$   |
| Расход насоса на секцию 2      | $Q_{\text{Н}} = (B_{\text{с1}} \cdot H_{\text{У8}})^{0,5} = 42,75 \text{ л/с}$               |
| Потери напора на участке У8–УУ | $h_{\text{У8-УУ}} = Q_{\text{Н}}^2 \cdot L_{\text{У8-УУ}} / K_{\text{100}} = 9,37 \text{ м}$ |
| Напор за узлом управления      | $H_{\text{УУ}} = H_{\text{У8}} + h_{\text{У8-УУ}} + Z_{\text{У8-УУ}} = 28,67 \text{ м}$      |

Из полученного расхода около 37 л/с поступает на орошение расчётной площади, обеспечивая среднюю интенсивность орошения  $I_{\text{ср}} = 0,154 \text{ л/(с·м²)}$ , что составляет 1,28  $I_{\text{нм}}$ . При этом в зоне интерференции факелов распыла диктующего и 2–3 соседних с ним оросителей гарантированно обеспечивается нормативная интенсивность орошения и подается нормативный расход на внутренний противопожарный водопровод.

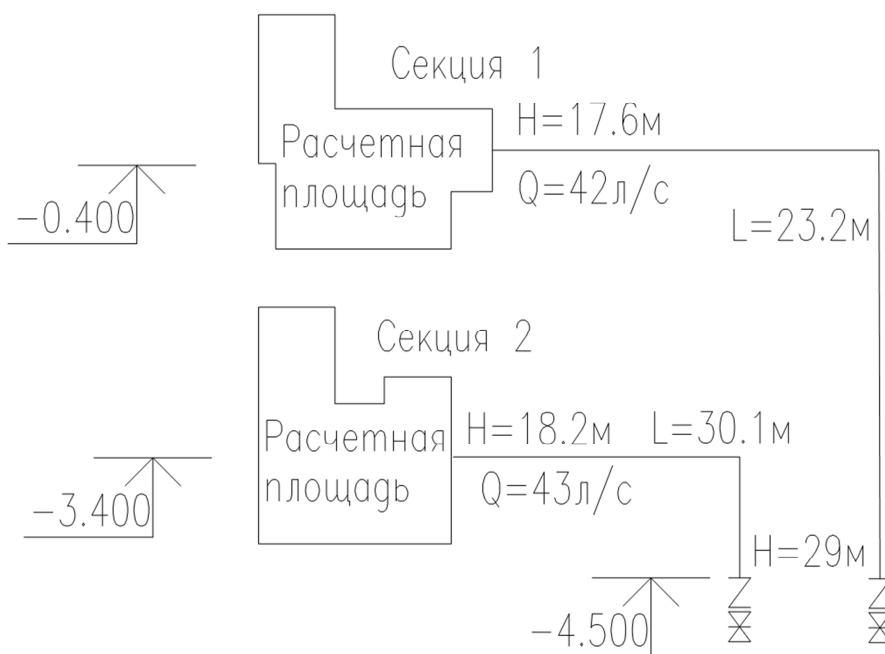


Рис. 8 Расчётные расходы секций при одинаковом напоре насоса

Таким образом, разница геометрических высот между секциями компенсируется длиной питающего трубопровода, и в итоге разница расчётных расходов между секциями не превышает 2%. Гидравлическая система сбалансирована (рис. 8).

#### *Выбор пожарных кранов и стволов*

Полученный расход секции 2 включает расходы на ПК1 и ПК2, напор перед которыми будет близок к рассчитанному для секции 1.

Выбираем пожарный кран диаметром 50 мм, рукав длиной 20 м и ствол РС-50 со sprыском диаметром 16 мм. Напор перед стволом не превышает 40 м и расход близок к нормативному, поэтому краны на расчётной площади не требуют диафрагмирования.

Максимальное гидростатическое давление в период пожаротушения может иметь место у пожарного ствола, присоединённого к крану ПКЗ секции 2 (рис. 6), когда данный кран является единственным потребителем расхода. В данном случае насос будет развивать наибольший напор, определяемой его характеристикой, причём при максимальном напоре насоса напор перед стволом не превысит допустимого значения, поэтому пожарные краны не требуют диафрагмирования.

### 6.2.3 Расчёт трубопроводов насосной станции

Расчёт выполняем для секции 1, узел управления которой является наиболее удалённым от основного насоса.

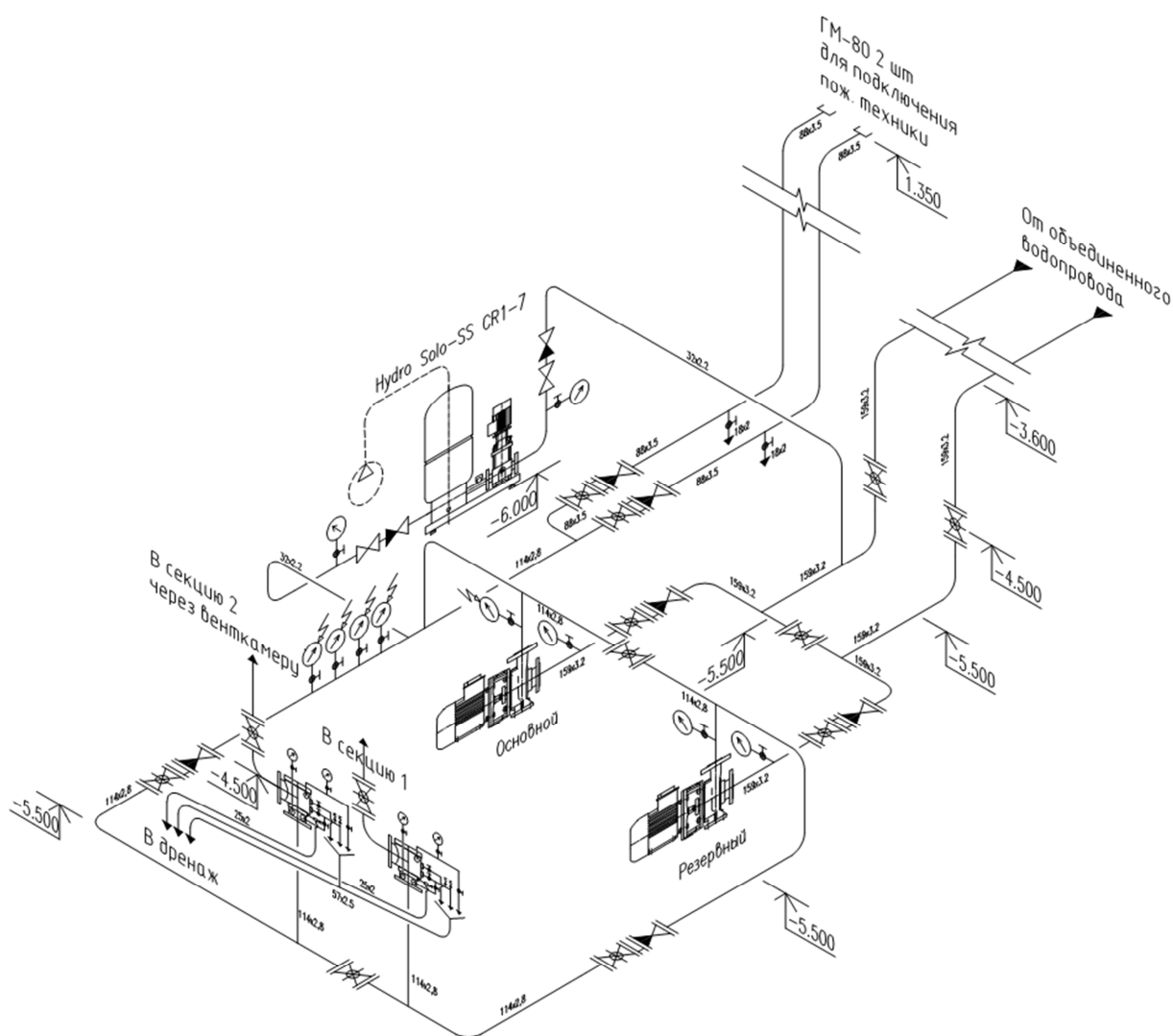


Рис. 9 Схема насосной станции с указанием отметок высот и диаметров трубопроводов

Выбираем узел управления по основе сигнального клапана КС-100 (рис. 10) производства ОАО «Завод СПЕЦАВТОМАТИКА». Коэффициент гидравлического сопротивления клапана по паспортным данным составляет  $K_{кл} = 0,00213 \text{ мс}^2/\text{л}^2$ . При расчётном расходе  $Q_{н} = 43 \text{ л/с}$  находим потери напора в клапане:  $h_{кл} = K_{кл} \cdot Q_{н}^2 = 3,94 \text{ м}$ .

Потери напора в стояке  $Dy100$  от клапана до коллектора насосной станции высотой  $0,85 \text{ м}$  составляют  $h_{кл-колл} = Q_{н}^2 L_{кл-колл} / K_{100} = 0,26 \text{ м}$ . При расчёте потерь в полукольце коллектора длиной  $6 \text{ м}$  берём согласно ТКП 45-2.02-190-2010 половинный расход и получаем  $h_{колл} = (0,5Q_{н})^2 L_{колл} / K_{100} = 0,45 \text{ м}$ , и при разнице уровней между выходными фланцами клапана и насоса  $Z_{кл-н} = 0,85 \text{ м}$  получаем требуемый напор на выходе из насоса:

$$H_n = H_{ст} + h_{кл} + h_{кл-колл} + h_{колл} + Z_{кл-н} = 34,5 \text{ м}.$$

Потерями напора в местных сопротивлениях согласно ТКП 45-2.02-190-2010 пренебрегаем. Потерями напора в трубопроводе  $D_3150$  на участке от входных задвижек до насоса пренебрегаем.

Согласно Техническому заданию гарантированный напор перед входными задвижками насосной станции обеспечивается в диапазоне не ниже  $20 \text{ м}$  и не выше  $60 \text{ м}$  при расходе воды  $150 \text{ м}^3/\text{ч}$  в течение  $1 \text{ часа}$ . Наиболее вероятное значение напора в городской сети составляет  $20-30 \text{ м}$ , поэтому для обеспечения расчётного значения  $H_n = 35 \text{ м}$  принимаем развиваемый напор насоса равным  $\Delta H_n = 15 \text{ м}$ . При данном развиваемом напоре и указанном входном напоре обеспечивается нормативная интенсивность орошения на расчётной площади, а пожарные краны не требуют диафрагмирования. В крайне маловероятном случае запуска АУП при входном напоре порядка  $60 \text{ м}$  величина  $H_n$  не превысит  $80 \text{ м}$ , т.е. останется ниже допустимого для спринклерной системы и оборудования насосной станции значения  $100 \text{ м}$ .

## 6.2.4 Выбор насосов

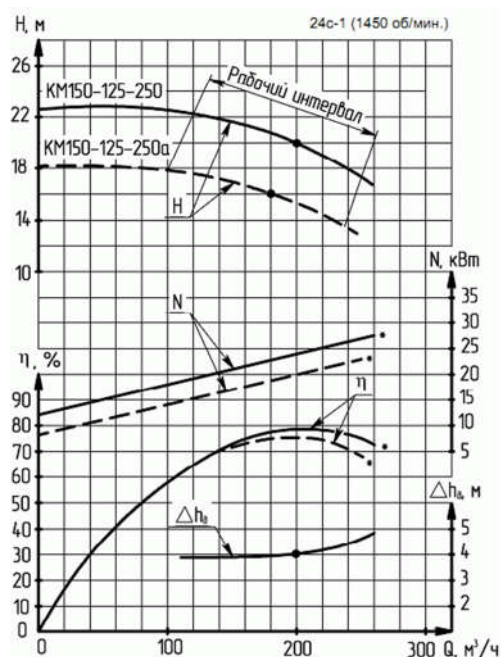


Рис. 10. Внешний вид и характеристика повысительного насоса

В качестве повысительного насоса выбираем консольный моноблочный центробежный электронасос с торцовым уплотнением KM150-125-250a-T. Характеристика насоса представлена на рис. 10. Паспортные данные:

- Мощность 15 кВт
- Расход 150 м<sup>3</sup>/ч
- Частота вращения 1450 об/мин
- Напор на входе не более 60 м
- Допустимый кавитационный запас 4,2 м
- Электродвигатель АИР160S4Ж
- Масса 190 кг

Максимальный напор достигается при нулевом расходе и составляет около 18 м, т.е. напор в системе гарантированно не превысит допустимого значения 100 м даже при максимальном напоре на входе.