

Лекция 17. Осушение сельских аэродромов и спортивных площадок

1. Водоотвод и дренаж на аэродромах.

2. Водоотвод и дренаж на спортивных площадках.

1. Водоотвод и дренаж на аэродромах

1.1 Осушение летного поля аэродрома. Эксплуатация летных полей допустима, если грунты обладают высокой несущей способностью, которая зависит от их влажности. При значительной влажности несущая способность грунта резко снижается и нормальная эксплуатация самолетов с грунтовых стартов становится невозможной. Для благоприятного развития дернового покрова на летном поле грунты также не должны быть слишком влажными.

Таким образом, на грунтовых стартах летных полей избыточное увлажнение недопустимо. Поэтому *основной задачей осушительной системы летного поля* является удаление избытков поверхностной или грунтовой воды.

Осушение летного поля должно решаться с учетом проекта вертикальной планировки аэродрома. В ряде случаев вертикальная планировка может в значительной мере устранить избыточное переувлажнение грунта. При создании проекта вертикальной планировки летного поля необходимо обеспечивать естественный сток поверхностных вод.

Способы осушения летного поля зависят от причин образования избыточного переувлажнения и типа водного питания.

Защита от притока воды, стекающей со смежных водосборов, осуществляется при помощи **нагорных канав**, перехватывающих и отводящих воду в ближайшие водоемы или в понижения рельефа (рис. 18.1).

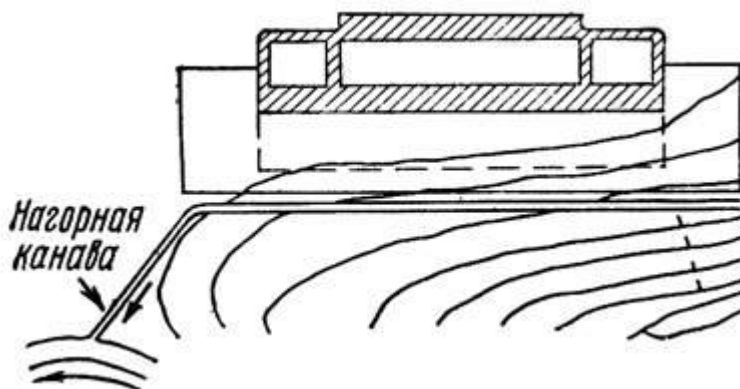


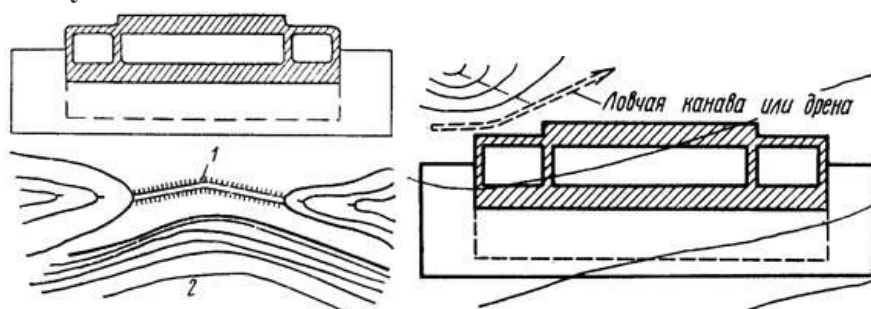
Рис. 18.1. Перехват поверхностных вод нагорной канавой

Кавальеры нагорных канав должны устраиваться со стороны аэродрома непрерывными на всем протяжении. Для перехвата и отвода воды могут быть использованы насыпи и кюветы автомобильных и железных дорог, проходящие вблизи аэропорта.

Для защиты летного поля аэродрома от затопления во время паводков устраивают *ограждающие дамбы* с укрепленными откосами (рис. 18.2). Высоту таких дамб принимают на 0,5 м выше самого высокого уровня паводковых вод, повторяющегося 1 раз в 10 лет.

При атмосферном питании основным способом осушения летного поля является ускорение стока с целью быстрого отвода воды за пределы аэродрома и максимального уменьшения впитывания атмосферных осадков грунтами. Для предотвращения застоя воды в этом случае устраивают специальную водосточную сеть.

При грунтовом питании предусматривается понижение уровня грунтовых вод при помощи осушительных дрен. Норму осушения (максимально допустимая глубина от поверхности грунта до максимального уровня грунтовых вод или длительной верховодки) для ГВПП принимают равной **0,6 м в песчаных и супесчаных грунтах и 0,8 м – в суглинистых.**



*Рис. 18.2. Предупреждение затопления летного поля устройством дамбы:
1 – дамба; 2 – река*

Рис. 18.3. Перехват грунтовых вод ловчей канавой или ловчей дренай

При грунтово-напорном питании в местах выхода воды на поверхность она перехватывается ловчими каналами или подземным дренажем (рис. 18.3).

Как правило, отвод воды из осушительной сети должен осуществляться самотеком. Устройство водоподъемных станций, требующих постоянного обслуживания, допускается лишь в исключительных случаях при специальном обосновании.

При выборе типа осушения летного поля также надо учитывать геологические, гидрогеологические условия и рельеф местности.

1.2 Искусственные покрытия аэродромов.

ИВПП – взлетно-посадочная полоса с искусственным покрытием.

С целью полного устранения перерывов в летной работе авиации и обеспечения круглогодичной бесперебойной эксплуатации аэродрома на летном поле устраивают **искусственные покрытия** (на взлетно-посадочных полосах, магистральных и соединительных рулежных дорожках, групповых и индивидуальных местах стоянок самолетов, перронах). Покрытия на современных аэродромах занимают значительные площади. В аэропортах высших классов общая площадь покрытий составляет около 500-800 тыс. м² и более (2-15% общей площади аэропорта), а стоимость покрытий достигает 20-25% стоимости аэропорта.

При благоприятных почвенно-грунтовых, гидрогеологических и климатических условиях, исключающих переувлажнение и пылимость летного поля, искусственные покрытия на аэродромах низших классов могут не устраиваться.

Искусственные покрытия аэродромов подвержены воздействию эксплуатационных факторов, связанных с базированием самолетов, климатических и гидрогеологических факторов.

Особенностью искусственных покрытий аэродромов следует считать относительно большую площадь их контакта с грунтом оснований, небольшое заглубление в грунтовый деятельный слой и совершенно открытую поверхность. Это надо иметь в виду при оценке влияния на работу покрытий каждого из указанных факторов.

При анализе влияния эксплуатационных факторов на работу искусственных покрытий необходимо учитывать интенсивное воздействие статических и динамических самолетных нагрузок, потока газов и высокой температуры от работающих двигателей. Статические расчетные нагрузки соответствуют полному взлетному весу самолета расчетного типа. Для большинства современных самолетов расчетная нагрузка на покрытие передается при помощи трехточечного шасси, состоящего из двух главных и одной носовой опор. Основная часть нагрузки (80–90%) равномерно распределена на две главные опоры, а носовая опора воспринимает оставшуюся часть нагрузки.

В зависимости от конструкции самолета главные опоры могут быть с одиночными и многоколесными шасси. Многоколесные шасси, значительно улучшают условия работы покрытий за счет распределения нагрузки на большую площадь. Простейшим типом многоколесных шасси является опора, имеющая два сдвоенных колеса (рис. 18.4).

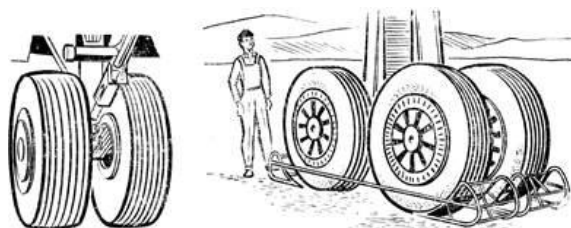


Рис. 18.4. Главные двухосные опоры самолетов со сдвоенными колесами

Лучшие условия работы покрытий обеспечивает опорная точка самолета, имеющая четыре колеса. **Применение сдвоенных и счетверенных колес на опорах самолета позволяет значительно уменьшить толщину покрытий.** Помимо статических нагрузок, характерных для МС самолетов (магистральный самолет), аэродромные покрытия подвержены динамическим нагрузкам от двигающихся с большой скоростью самолетов при рулежке, взлетах, посадках и торможении.

В связи с влиянием подъемной силы и различными скоростями движения самолета величины действующих на покрытия нагрузок неодинаковы. На концевых участках ИВПП при нормальных посадках динамические нагрузки незначительно превышают статическую и в ряде случаев бывают даже меньше ее. Динамическая нагрузка может достигать и большей величины после первого удара колес о покрытие, но ее абсолютная величина мало отличается от статической нагрузки. Время воздействия ударных нагрузок при посадках самолетов исчисляется долями секунды.

Наблюдения показали, что существенного ухудшения условий работы покрытий при посадочных ударах не происходит. Это подтверждается и результатами обследования состояния их покрытий на различных аэродромах, которые показали, что на участках, где происходят посадки самолетов, покрытия, как правило, не имеют серьезных разрушений.

При движении самолетов в процессе руления, взлетов и посадок из-за местных естественных неровностей покрытий (выколов, выбоин, уступов в швах и т.п.) развиваются колебания самолетов,

поэтому фактические нагрузки на покрытие возрастают. Существенное влияние на величину нагрузки имеет скорость самолета. При движении самолета с небольшой скоростью пневматические шины колес при переезде неровностей обжимаются и не вызывают резкого возрастания нагрузки на покрытие. От увеличения скорости самолета наблюдаются удары колес о покрытие и нагрузки на покрытие возрастают. При дальнейшем увеличении скоростей начинает развиваться подъемная сила, которая принимает на себя часть веса самолета, и нагрузка на покрытие существенно уменьшается.

Наибольшие нагрузки на покрытие бывают при движении самолета со скоростью 30-40 км/ч, когда влияние подъемной силы невелико. Величина нагрузки на покрытие во многом зависит также от состояния его поверхности. На достаточно ровных покрытиях динамические нагрузки незначительно превышают статические. При неровностях высотой до 1-2 см динамические нагрузки возрастают на 20-30% по сравнению со статическими нагрузками. При неровностях высотой 3,5-4,0 см возрастание динамических нагрузок достигает 30-45%. Помимо вертикальных сил, на покрытия аэродромов действуют и горизонтальные силы, возникающие от ударов колес при накатывании на неровности и от трения пневматических шин при торможении самолетов. От горизонтальных сил зависит износ и возможность образования волн и сдвигов на асфальтобетонных и щебеночных, покрытиях, обработанных органическими вяжущими.

При опробовании двигателей на покрытие воздействует вибрация. Испытания покрытий самолетами с работающими двигателями на стоянках показали, что существенного увеличения нагрузок на покрытия в этих случаях не происходит. На МС самолеты длительное время находятся в статическом состоянии. На места стоянки они заходят с малыми скоростями, поэтому динамическое воздействие нагрузки будет минимальным.

Таким образом, в наиболее неблагоприятных условиях работы, при воздействии самолетных нагрузок находятся те участки покрытий, где самолет движется со скоростью 30-40 км/ч. К таким участкам относятся магистральные рулежные дорожки. В более благоприятных условиях находятся концевые участки ВПП, соединительные и вспомогательные рулежные дорожки, где самолет движется с малыми скоростями.

Средние участки ИВПП, где скорость движения самолетов достигает значительных величин, испытывают меньшие нагрузки. В лучших условиях находятся и места стоянок самолетов, где нагрузки носят статический характер.

Основная масса деформаций сосредоточена на концевых участках, где скорость движения самолета значительно меньше, чем в средней части. В количественном отношении динамическое воздействие самолетных нагрузок на покрытие может характеризоваться коэффициентом динамичности $k_{дн}$, который показывает увеличение усилий в покрытии от влияния динамичности приложения нагрузок и количественно может быть определен как отношение прогибов покрытия при динамической $W_{дн}$ и статической $W_{ст}$ нагрузках и соответственно $k_{дн} = W_{дн} / W_{ст}$. Для современных самолетов коэффициент динамичности изменяется от 1,0 до 1,2.

Наблюдения и расчеты показывают, что тяжелые реактивные и турбореактивные самолеты довольно точно приземляются по оси ИВПП. Из распределения мест посадок тяжелых самолетов по ширине ИВПП на центральную часть полосы приходится около 50% разбегов и пробегов самолетов. На РД, особенно на магистральных, колеса самолета движутся по одному следу, что значительно увеличивает повторность приложения нагрузок. Таким образом, условия работы покрытий на РД и на средней части ИВПП наиболее тяжелые, что учитывается повышенными значениями толщины покрытий на этих участках. Прочность краевых (боковых) участков покрытий ИВПП по обе стороны от осевой полосы, а также МС может быть уменьшена на 10-15% по сравнению с прочностью центрального участка.

Кроме нагрузок от веса самолета, на покрытие действует воздушная струя от самолета с поршневыми двигателями и поток отходящих газов реактивных двигателей, а также отрывные силы как следствие эффекта всасывания при работе двигателей.

Струи турбореактивных двигателей при максимальных оборотах имеют температуру газов 600-800°C, а скорость газов при выходе из сопла – 600-700 м/с. При соприкосновении с покрытием температура струи снижается до 250-350°C, а скорость до 10 м/с (рис. 18.5).

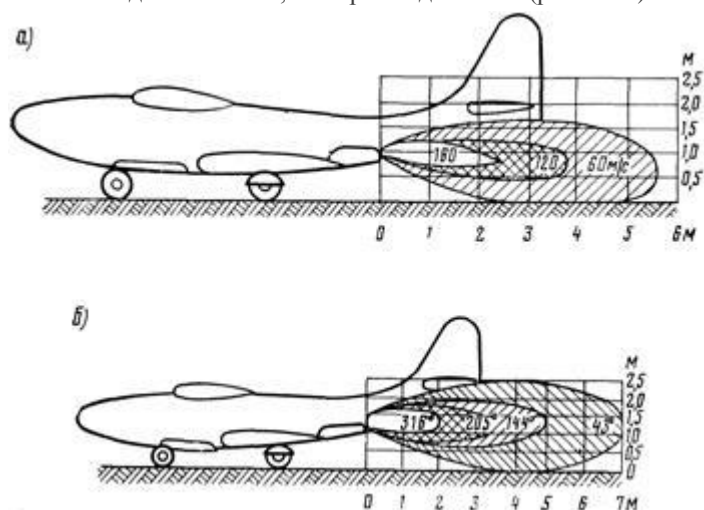


Рис. 18.5. Распределение скоростей (а) и температур (б) в газовых струях реактивных самолетов

Струя в месте контакта с покрытием распространяется на площадь эллиптической формы, называемую *полем струи*. У современных самолетов длина поля струи составляет 50-60 м на режиме руления и 80-100 м на режиме максимальных оборотов. Максимальная ширина поля струи соответственно составляет 20-30 и 30-50 м. Продолжительность воздействия струи отходящих газов реактивных двигателей на покрытие в среднем составляет:

- при опробовании двигателей (номинальный режим) на местах стоянок – 3-5 мин.;
- при стоянке на перроне при малых оборотах – 2-3 мин.;
- при стоянке на старте в ожидании получения разрешения на вылет (номинальный режим) – 1,0-2,5 мин.

На ИВПП, где самолет движется с большой скоростью, а продолжительность воздействия струи невелика, искусственные покрытия не успевают сильно прогреться. Для стартовых участков ИВПП и МС самолетов высокие температуры (до 200°C) и большие скорости потока газов (до 100 м/с) представляют опасность для искусственных покрытий.

Поэтому эти участки покрытий, а также участки летного поля, примыкающие к торцам ИВПП и рулежным дорожкам, где струя отходящих газов выжигает растительный покров, должны быть укреплены.

Для устранения опасного влияния струи можно применять наклонные бетонные барьеры или решетчатые экраны, которые отклоняют газовую струю вверх.

Не менее важное влияние на работу искусственных покрытий оказывают климатические и *гидрологические факторы*. Искусственные покрытия подвержены воздействию природных факторов – переменному *температурно-влажному режиму, пучению или набуханию подстилающих грунтов, многократному замораживанию и оттаиванию, влиянию солнечной радиации, ветровой эрозии* и т.д.

Морозное пучение, происходящее за счет сегрегации льда, выделяющегося в виде прослоек, приводит к увеличению общего объема промерзающей толщи грунта и вертикальному поднятию его поверхности. Развивающиеся в искусственных покрытиях под влиянием переменного температурного режима напряжения могут вызвать разрушение. Они особенно опасны для длинных бетонных плит. Существенное значение на развитие температурных напряжений в покрытиях имеет солнечная радиация.

Многokратное замораживание и оттаивание может привести к разрушению покрытий или появлению отдельных трещин. Природные факторы должны учитываться при выборе типа и конструкции искусственных покрытий.

Для уменьшения вредного влияния природных факторов следует применять материалы высокого качества и строго соблюдать все технические требования при их обработке и применении.

К основным требованиям, предъявляемым к искусственным покрытиям, относятся:

- прочность;
- надежность и долговечность;
- беспыльность поверхности;
- ровность и достаточная шероховатость, создающая сцепление колес самолета с покрытием;
- сопротивляемость климатическим и гидрологическим факторам;
- водонепроницаемость, препятствующая прониканию поверхностных вод в грунтовое основание;
- сопротивляемость воздействию струй выхлопных газов реактивных двигателей;
- стойкость против действия топлива и смазочных материалов;
- экономичность – простота строительства при максимальном использовании средств механизации;
- простота ухода за покрытием при ремонте и содержании;
- возможность реконструкции покрытий при появлении новых типов самолетов с большими скоростями движения и нагрузкам на опору.

На аэродромах применяются два типа искусственных покрытий – жесткий и нежесткий (рис. 18.6).

Жесткие покрытия обладают способностью воспринимать растягивающие напряжения, вызываемые действием самолетной нагрузки и температурно-усадочными факторами. Покрытие под нагрузкой работает как плита на упругом основании. Деформации покрытия, как правило, упругие, а давление плиты на грунт относительно мало.

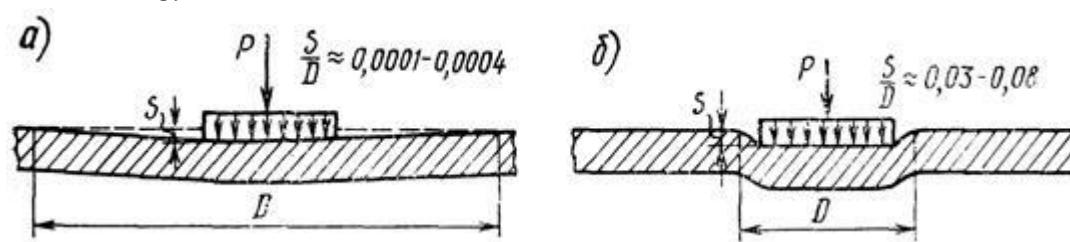


Рис. 18.6. Схема работы покрытий под нагрузкой: а – жесткое покрытие; б – нежесткое покрытие; S – прогиб; D – диаметр чаши прогиба

К жестким относятся покрытия из монолитного предварительно напряженного бетона и железобетона, из сборных предварительно напряженных железобетонных плит, из монолитного железобетона, бетонные и армобетонные покрытия.

Нежесткие покрытия не воспринимают растягивающих напряжений. Их сопротивление самолетным нагрузкам обуславливается сопротивлением подстилающего грунта сжатию и боковому выжиманию. В периоды весенней и осенней распутиц давление на грунт достигает значительной величины, а деформации покрытий носят пластический характер.

К покрытиям нежесткого типа относятся асфальтобетонные, черные щебеночные и гравийные, устраиваемые способом пропитки или смешением на месте, из грунтов, укрепленных вяжущими.

*В зависимости от срока службы и конструктивных особенностей искусственные покрытия разделяются на **капитальные, усовершенствованные, упрощенные и временные.***

Капитальные типы покрытия применяются на аэродромах, предназначенных для эксплуатации тяжелых реактивных и турбореактивных самолетов. Они допускают большое количество взлетно-посадочных операций и имеют большой срок службы. К капитальным покрытиям относятся жесткие покрытия, асфальтобетонные, а также черные щебеночные покрытия, устраиваемые методом пропитки.

Усовершенствованные покрытия применяются на аэродромах, предназначенных для эксплуатации средних самолетов. К усовершенствованным покрытиям относятся черные щебеночные, устраиваемые методом смешения на месте, и гравийные покрытия, обработанные органическими вяжущими.

Упрощенные покрытия применяются при эксплуатации аэродрома легкими самолетами. Покрытия устраивают из грунтов, укрепленных вяжущими.

Временные покрытия после использования допускают разборку, перевозку и укладку на другом аэродроме. К временным покрытиям относятся покрытия из стали, пластмасс и легких сплавов. (<https://helpiks.org/3-68301.html>).

1.3 Задачей осушения сельскохозяйственных аэродромов является повышение несущей способности грунта путем быстрого удаления избытка воды.

Осушают аэродромные площадки закрытой сетью, устраиваемой из керамических или других труб диаметром не менее 75 мм. При атмосферном водном питании для ускорения стока поверхностной воды устраивают закрытые собиратели с соблюдением всех конструктивных требований для этого типа сооружений. Расстояние между собирателями зависит от грунтов и уклонов поверхности площадки. На глинах и тяжелых суглинках при уклоне поверхности земли 0,002–0,003 это расстояние составляет 6–8 м, а при уклоне 0,025 возрастает до 18–20 м. На супесях расстояние между закрытыми собирателями для указанных условий составляет соответственно 12–14 и 28–30 м. Когда закрытая сеть устраивается для понижения уровня грунтовых вод, то за параметры сети принимают расстояние между дренами – глины и средние суглинки – 4–8 м, суглинок легкий и супесь – 8–12 м, а глубину дрен – в пределах 1,1–1,3 м.

Длина регулирующей сети может достигать 100 м при уклонах 0,005–0,010; закрытая проводящая может проектироваться длиной до 1000 м при уклонах 0,005 – 0,010.

Для защиты летного поля от притока воды извне устраивают оградительную сеть – нагорные, ловчие каналы или дренаи. Когда будущая аэродромная площадка подвергается длительному затоплению поверхностными водами во время половодий, применяют дамбы обвалования.

2. Водоотвод и дренаж на спортивных площадках

Дренаж и ливневая канализация решают сразу несколько задач.

1. Использование открытой площадки в любую погоду. При таянии снега, после долгих дождей, во время ливней на стадионах, спортивных полях не должны появляться и застаиваться лужи. Если вода накапливается, тренировки и соревнования становятся небезопасными: мокрая трава скользит, на поверхности поля появляются неровности, повышается риск травм спортсменов. Быстрый отвод воды позволяет соблюдать тренировочный график, проводить спортивные мероприятия в любую погоду, гарантировать безопасность занятий.

2. Увеличение срока службы покрытия. На спортивных объектах покрытие основного тренировочного поля делают многослойным. Структура определяется его

назначением. Для футбола, регби, других видов спорта на траве устраивают основание на уплотненном грунте. Его закрывают геотекстилем, отсыпают песком, выполняют отсев гранитного щебня и укладку искусственной травы или посев спортивного газона после устройства слоя плодородного грунта. Толщину и размещение слоев определяют по виду спорта, предполагаемым нагрузкам, требованиям к стабильности, упругости, жесткости всего «пирога». Для многофункциональных, легкоатлетических и некоторых других площадок выполняют устройство асфальтобетонного или бетонного основания с последующим монтажом упругого покрытия из прорезиненных матов, резиновой крошки. Без дренажа грунтовые воды и верховодка проникают в толщу «пирога», размывают его, провоцируют изменение профиля поля. Осушение может требоваться и для уплотненного грунта под основанием, чтобы исключить его морозное пучение и связанные с ним деформационные нагрузки.

3. Снижение расходов на обслуживание. На спортивных полях и стадионах с покрытием из газонной травы без водоотвода корни растений начинают гнить. Стойкость травы к вытаптыванию снижается, она погибает, на площадках появляются участки открытого грунта. Это требует регулярного подсева травосмеси и ограничивает использование объекта. На полях с верхним слоем из резиновой крошки, искусственной травы постоянное увлажнение, промерзание мокрого покрытия снижает его эластичность, провоцирует появление трещин, других дефектов. Дренаж помогает избежать этого: замена участков искусственного покрытия выполняется реже.

4. Защита стационарных строительных конструкций. Это — фундаменты под трибуны, опоры элементов освещения, ограждений, других строений на спортивном объекте. Их выполняют из армированного металлом бетона, который не должен контактировать с грунтовыми водами. Чтобы исключить увлажнение, при их устройстве выполняют дренаж и гидроизоляцию.

Виды дренажа для спортивных объектов. На стадионах, футбольных полях, многофункциональных площадках используют дренаж трех видов.

Пластовый. Применяется при высоких требованиях к стабильности основания, часто совмещен с его конструкцией. Организуется после подготовки земляного корыта по всей площади будущей площадки. Дно котлована уплотняется, выполняется дренирующая отсыпка по всей ее поверхности. Заглубление определяют расположением водоносного пласта. От дренирующего слоя прокладывается система подземных трубопроводов, по которым собранные стоки отводятся в централизованную систему или к точке водосброса. Слой дренирующей отсыпки защищают от заиливания геотекстилем. Пластовый дренаж можно совмещать с кольцевым, если он прокладывается за пределами спортивной площадки, по периметру всего сооружения (включая площадки для размещения трибун, подъездные пути, пешеходные дорожки, вспомогательные сооружения).

Кольцевой. Дрены размещают по периметру спортивной площадки, поля, стадиона, обеспечивая понижение уровня грунтовых вод внутри их контура. Они прокладываются с постоянным уклоном к водоприемному, накопительному колодцу или к точке водосброса. Инженеры компании «Мос-дренаж» рекомендуют использовать кольцевые системы для небольших по площади объектов.

Линейный. Его формирует система дрен, проложенных ниже верхней границы водоносного пласта. Их заглубление соответствует отметкам, до которых нужно понизить

уровень грунтовых вод. Дрены в составе линейной системы прокладывают параллельно друг другу с равным шагом, выполняя постоянный уклон к точке водосброса. Другой вариант организации дренажа — расположение дрен «елочкой», с организацией центрального коллектора на их стыках. При строительстве спортивных объектов использование линейного дренажа усложняется потому, что на длинных прямых участках и на стыках дрен нельзя устанавливать выступающие ревизионные колодцы. Чтобы обеспечить обслуживание системы, их располагают за пределами игрового или спортивного поля. Возможно увеличение пропускной способности, использование геотекстиля, выполнение увеличенных слоев дренирующей отсыпки для защиты от заиливания системы.

При использовании закрытого дренажа параметры осушительной сети устанавливают исходя из того, что стадион должен быть готов к проведению мероприятий буквально через несколько часов после выпадения интенсивных летних осадков.

Спортивные площадки и стадионы с травяным покрытием осушают горизонтальной закрытой сетью глубиной 0,7–1,0 м и расстоянием между регулирующими элементами 5–12 м. Уклон сети должен быть не менее 0,003–0,004. Вокруг площадки предусматривают сбросные коллекторы, куда поступает вода из регулирующей сети. Регулирующую сеть устраивают с уклоном от середины площадки к сбросному коллектору. Из сбросного коллектора вода передается в ливнесточную сеть. Регулирующую сеть устраивают из труб диаметром 50–60 мм или в виде траншей, заполненных щебнем или гравийно-галечниковой смесью. Из сбросного коллектора вода попадает в ливнесточную сеть. Она обеспечивает сбор и отвод поверхностных стоков, защищая от подтопления верховодкой.

Покрытие на спортивных объектах должно быть строго горизонтальным, уклоны к водоприемным устройствам ливневой канализации не допускаются, поэтому для быстрого осушения покрытий важно при подготовке оснований выполнять отсыпку материалами с хорошей проницаемостью, способными быстро впитывать воду. Желоба и лотки ливневой канализации прокладывают по периметру спортивных полей, на стыках покрытий разного типа, в пешеходных зонах, на участках размещения трибун.