СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

# АЭРОДРОМЫ

# СНиП 2.05.08-85

Заменен СН и П 32-03-96 с 01.01.97
пост № 18-28 от 30.04.96
БСТ 9-96, с. 25.

ИЗДАНИЕ ОФИЦИАЛЬНОЕ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

Москва 1985

gost.e-ecolog.ru

УДК 627.824

**СНиП 2.05.08-85.** Аэродромы/Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. — 59 с.

РАЗРАБОТАНЫ Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом Аэропроект, его филиалами Ленаэропроект, Дальаэропроект и Украэропроект; Киевским институтом инженеров гражданской авиации МГА (канд. техн. наук *В.Н. Иванов* — руководитель темы; доктора техн. наук *В.И. Блохин* и *О.Н. Тоцкий*; кандидаты техн. наук *В.И. Ануфриев, В.П. Апестина, А.П. Виноградов, Г.Я. Ключников, И.Б. Любич* и *В.П. Попов; А.Б. Бабков, Ю.С. Барит, В.Г. Гавко, А.Б. Доспехов, Б.П. Мамонтов, А.В. Митрошин, Б.Г. Новиков, М.И. Пугачев*); организациями Минобороны (канд. техн. наук *Б.И. Демин* — руководитель темы; канд. техн. наук *В.А. Долинченко; В.Н. Авдеев, В.Н. Бойко, В.А. Кульчицкий, В.А. Лавровский, В.В. Макарова, С.А. Усанов*); Московским автомобильно-дорожным институтом Минвуза СССР (доктора техн. наук *Г.И. Глушков* и *В.Е. Тригони*; канд. техн. наук *Л.И. Горецкий*).

ВНЕСЕНЫ Министерством гражданской авиации.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главтехнормированием Госстроя СССР (*И.Д. Демин*).

С введением в действие СНиП 2.05.08-85 „Аэродромы" с 1 января 1986 г. утрачивает силу СНиП II-47-80.

*При пользовании нормативным документом следует учитывать утвержденные изменения строительных норм и правил и государственных стандартов, публикуемые в журнале „Бюллетень строительной техники" Госстроя СССР и информационном указателе „Государственные стандарты СССР" Госстандарта.*

© ЦИТП Госстроя СССР, 1985

Настоящие нормы и правила распространяются на проектирование вновь строящихся и реконструируемых аэродромов (вертодромов), располагаемых на территории Союза ССР.

Требования разд. 2 и 3 настоящих норм и правил распространяются только на проектирование аэродромов (вертодромов) гражданской авиации, предназначенных для воздушных судов, выполняющих пассажирские и грузовые перевозки. Требования, соответствующие приведенным в указанных разделах и подлежащие соблюдению при проектировании аэродромов (вертодромов) другого назначения, устанавливаются ведомственными нормативными документами, согласованными с Госстроем СССР.

При проектировании аэродромов международных аэропортов должны кроме настоящих норм и правил соблюдаться стандарты и использоваться рекомендации Международной организации гражданской авиации (ИКАО).

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**1.1.** Гражданские аэродромы подразделяют на классы А, Б, В, Г, Д и Е, вертодромы — на классы I, II и III в соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов.

Примечание. Под вертодромами здесь и далее понимаются аэродромы, предназначенные для взлета, посадки, руления, хранения и технического обслуживания вертолетов.

**1.2.** Проектирование аэродромов (вертодромов) следует осуществлять с учетом обеспечения эксплуатации предусмотренных техническим заданием типов воздушных судов и интенсивности их движения в течение 10 лет после ввода аэродрома (вертодрома) в эксплуатацию, а также с учетом возможности дальнейшего развития аэропорта (вертолетной станции) в последующие 10 лет.

**1.3.** Размеры земельных участков, отводимых для аэродрома, следует устанавливать в соответствии с требованиями СН 457-74.

Земельные участки, отводимые на период строительства аэродрома для размещения временных производственных баз, временных подъездных дорог и для других нужд строительства, после его завершения подлежат возврату тем землепользователям, у которых эти участки были изъяты, после приведения их в состояние, предусмотренное „Основными положениями по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении геолого-разведочных, строительных и иных работ", утвержденными ГКНТ, Госстроем СССР, Минсельхозом СССР и Гослесхозом СССР.

Проектом аэродрома должна быть предусмотрена срезка плодородного слоя почвы для последующего использования его в целях восстановления (рекультивации) нарушенных или малопроизводительных сельскохозяйственных земель, озеленения района застройки.

**1.4.** Основные технические решения проектов новых, реконструкции или расширения существующих аэродромов и вертодромов (элементы горизонтальной и вертикальной планировки, конструкции грунтовых оснований, аэродромных покрытий и искусственных оснований) должны приниматься на основе результатов сравнения технико-экономических показателей вариантов. При этом выбранный вариант проектного решения должен обеспечивать:

комплексность решений горизонтальной и вертикальной планировки, конструкций аэродромных одежд, систем водоотвода поверхностных и подземных вод, природоохранных и агротехнических мероприятий;

безопасность и регулярность выполнения взлетно-посадочных операций;

прочность, устойчивость и долговечность грунтового и искусственного оснований, покрытия и других сооружений аэродрома;

наиболее полное использование прочностных и деформационных характеристик грунтов и физико-механических свойств материалов, применяемых для устройства аэродромной одежды;

ровность, износоустойчивость, беспыльность и шероховатость поверхности покрытия;

экономное расходование металла и вяжущих материалов;

широкое использование местных строительных материалов, отходов и побочных продуктов промышленного производства;

возможность максимальной индустриализации, механизации и высокой технологичности строительных и ремонтных работ;

оптимальные эксплуатационные качества аэродрома и его отдельных элементов;

охрану окружающей природной среды;

минимально необходимые единовременные капитальные вложения и суммарные приведенные затраты на строительство отдельных элементов аэродрома и возможность их дальнейшего поэтапного сооружения, усиления и расширения.


| Внесены Министерством гражданской авиации | Утверждены постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 18 февраля 1985 г. № 18 | Срок введения в действие 1 января 1986 г. |
|---|---|---|


*Издание официальное*

1.5. Размеры приаэродромной территории и допускаемые высоты естественных и искусственных препятствий в ее границах следует устанавливать в соответствии с ведомственными нормативными документами исходя из условия обеспечения безопасности взлета и посадки воздушных судов.

## 2. ЭЛЕМЕНТЫ АЭРОДРОМОВ И ВЕРТОДРОМОВ

### ЭЛЕМЕНТЫ АЭРОДРОМОВ

2.1. В составе аэродромов следует предусматривать следующие основные элементы:

летные полосы (ЛП), в том числе взлетно-посадочные полосы (ВПП) с искусственным покрытием (ИВПП) и (или) грунтовые (ГВПП), боковые (БПБ) и концевые (КПБ) полосы безопасности;

рулежные дорожки (РД);

перроны;

места стоянки воздушных судов (МС);

площадки специального назначения.

Функциональное назначение аэродрома и его основных элементов следует принимать по ГОСТ 23071—78.

### *Летные полосы*

2.2. При выборе направления и расположения ЛП следует учитывать метеорологические факторы (ветровой режим, туман, дымку, низкую облачность и пр.), наличие препятствий на приаэродромной территории, направление и расположение ЛП соседних аэродромов, перспективы развития прилегающих к аэродрому населенных пунктов, рельеф местности, а также особенности зимней эксплуатации аэродрома.

2.3. Необходимую длину элементов ЛП следует устанавливать в соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов.

Ширину отдельных элементов ЛП следует принимать по табл. 1.

Таблица 1

| Элементы ЛП | Ширина, м, элементов ЛП для аэродромов классов | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | А | Б | В | Г | Д | Е |
| ИВПП | 60 | 45 | 42 | 35 | 28 | 21 |
| ГВПП | 100 | 100 | 85 | 75 | 75 | 60 |
| БПБ | 60 | 60 | 50 | 50 | 40 | 30 |

Для гражданских аэродромов, располагаемых в стесненных планировочных и топографических, сложных инженерно-геологических условиях (на вечномерзлых грунтах при необходимости устройства термоизоляционных насыпей, при наличии зданий и сооружений, не подлежащих сносу или переустройству, и т.п.), на ценных сельскохозяйственных землях (орошаемых и других мелиорированных землях, участках, занятых многолетними плодовыми насаждениями и виноградниками, а также на участках с высоким естественным плодородием почв и других приравниваемых к ним земельных угодий) ЛП допускается проектировать без ГВПП.

При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается принимать ширину ИВПП, отличную от указанной в табл. 1, с учетом конкретных типов воздушных судов и применяемой строительной техники.

Ширину ИВПП для аэродрома класса А допускается принимать равной 45 м, при этом должны быть предусмотрены укрепленные обочины шириной по 7,5 м с каждой стороны от ИВПП.

2.4. Ветровая загрузка летной полосы аэродрома (вероятная частота использования какого-либо определенного направления полосы, выраженная в процентах ко всем направлениям ветров) и скорость нормальной составляющей ветра должны соответствовать приведенным в табл. 2.

Таблица 2

| Класс аэродрома | Минимальная ветровая загрузка летной полосы, % | Максимально допускаемая скорость нормальной составляющей ветра, м/с |
|---|---|---|
| А, Б, В, Г | 98 | 12 |
| Д | 95 | 8 |
| Е | 90 | 6 |

Ветровую загрузку надлежит рассчитывать для 8 или 16 румбов с использованием данных наблюдений ближайшей к аэродрому метеорологической станции за возможно длительный период, но не менее чем за 5 лет.

В случаях, когда не обеспечивается требуемая минимальная ветровая загрузка ЛП, следует предусматривать вспомогательную ВПП, располагаемую по отношению к основной под углом, значение которого устанавливается в соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов.

2.5. Пропускная способность ВПП должна обеспечивать предполагаемую интенсивность движения воздушных судов. При соответствующем обосновании допускается предусматривать строительство дополнительных ВПП. Значения пропускной способности ВПП для различных схем их расположения следует устанавливать в соответствии с требованиями ведомственных нормативных документов.

2.6. При отсутствии РД, примыкающей к концевому участку ИВПП, надлежит предусматривать его уширение, обеспечивающее безопасный разворот воздушного судна расчетного типа и выход его на ось ИВПП на минимальном расстоянии от ее конца.

2.7. Грунтовые участки, примыкающие к торцам ИВПП, необходимо укреплять. При этом ширину укрепляемых торцовых участков надлежит постепенно уменьшать до $^2/_3$ ширины ИВПП.

Размер ИВПП в местах уширения и протяженность укрепляемых грунтовых участков, примыкающих к торцам ИВПП, следует принимать по табл. 3.

Таблица 3

| Класс аэродрома | Ширина концевого участка ИВПП с уширением, м | Протяженность укрепляемого грунтового участка, примыкающего к торцу ИВПП, м |
|---|---|---|
| А | 95 | 75 |
| Б, В | 75 | 50 |
| Г, Д | 45 | 30 |

2.8. Вдоль кромок ИВПП следует предусматривать укрепленные отмостки (сопряжения) шириной не более 1,5 м и грунтовые обочины шириной не менее 25 м.

В местах уширения ИВПП аэродромов классов А, Б и В необходимо предусматривать укрепленные обочины шириной 5 м, при эксплуатации самолетов с расстоянием между осями внешних двигателей 30 м и более — укрепленные обочины шириной 9 м.

### Рулежные дорожки

2.9. Число рулежных дорожек (РД) необходимо определять из условия обеспечения маневрирования воздушных судов с учетом интенсивности их движения при минимальной протяженности путей руления между ИВПП и другими элементами аэродрома. Расположение РД для аэродромов классов А, Б, В и, как правило, для аэродромов классов Г, Д, Е должно исключать встречное движение воздушных судов и специальных транспортных средств, а также пересечение рабочей зоны глиссадных радиомаяков системы инструментального захода на посадку воздушных судов. Для летного поля необходимо предусматривать мероприятия и устройства (световую сигнализацию, указатели, разъезды и др.), обеспечивающие безопасность движения по РД.

2.10. Для аэродромов классов А и Б совмещение магистральной РД с МС, перронами и площадками специального назначения не допускается. РД, соединяющие магистральную РД с МС, перронами и площадками специального назначения, следует проектировать в соответствии с требованиями, предъявляемыми к соединительным РД.

2.11. Для увеличения пропускной способности ИВПП и сокращения путей руления воздушных судов при соответствующем обосновании следует предусматривать соединительные РД, в том числе РД скоростного схода, размещаемые под углом 30–45° к ИВПП.

2.12. Ширину РД аэродромов необходимо принимать в соответствии с табл. 4.

Ширину магистральной или соединительной РД с жестким покрытием аэродромов классов Б и В допускается увеличивать до 22,5 м исходя из ширины захвата бетоноукладочных машин.

2.13. Вдоль боковых кромок покрытий РД следует предусматривать грунтовые обочины шириной не менее 10 м, а там, где не предусматриваются укрепленные обочины, необходимо также предусматривать укрепленные отмостки (сопряжения) шириной не более 1,5 м.

Таблица 4

| РД | Ширина РД, м, для аэродромов классов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | А | Б, В | Г | Д | Е |
| Магистральная или соединительная | 22,5 | 21 | 16 | 14 | 10 |
| Вспомогательная | 21 | 18 | 14 | 12 | 8 |

2.14. Для аэродромов классов А, Б и В вдоль РД с обеих сторон следует проектировать укрепленные обочины шириной, указанной в табл. 5.

Таблица 5

| РД | Ширина, м, укрепляемых обочин для аэродромов классов | |
|---|---|---|
| | А, Б | В |
| Магистральная или соединительная | 9 | 5 |
| Вспомогательная | 2 | 2 |

Ширину укрепляемых обочин магистральной или (и) соединительной РД аэродромов классов А и Б допускается принимать равной 5 м, если на этой РД не предусматривается эксплуатация самолетов с расстоянием между осями внешних двигателей 30 м и более.

2.15. Расстояния между кромками покрытий РД, ИВПП и неподвижными препятствиями следует принимать согласно табл. 6.

Таблица 6

| Расстояние | Минимальное значение расстояний, м, для аэродромов классов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | А | Б, В | Г | Д | Е |
| Между кромками покрытий магистральной РД и ИВПП (при отсутствии РД — между кромками покрытий ИВПП и перрона, МС или площадки специального назначения) | 190 / 150 | 190 / 150 | 175 / 125 | 150 / 75 | 75 |
| Между кромками покрытий параллельных РД | 60 | 50 | 40 | 35 | 25 |
| Между кромками покрытий РД и неподвижными (временными или постоянными) препятствиями, расположенными вне пределов РД | 40 | 40 | 30 | 25 | 20 |

Примечание. Если между ИВПП и РД не располагаются объекты управления воздушным движением, радионавигации и посадки, следует принимать расстояния, указанные под чертой.

**2.16.** В местах примыкания РД к ВПП, перронам, МС и другим РД, а также в местах их пересечения следует предусматривать закругления внутренних кромок покрытия в плане радиусом, принимаемым по табл. 7.

Таблица 7

| Вид сопряжения РД с другими элементами аэродрома | Радиус закругления по внутренней кромке покрытия РД, м, для аэродромов классов | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | А | Б, В | Г | Д | Е |
| Примыкание к ИВПП, МС или перрону | 60 | 50 | 30 | 20 | 10 |
| Примыкание к другим РД или места их пересечения | 50 | 40 | 25 | 20 | 10 |

### Перроны, места стоянки самолетов и площадки специального назначения

**2.17.** Размеры и конфигурация перрона, места стоянки самолетов (МС) и площадки специального назначения должны обеспечивать:

размещение расчетного числа воздушных судов и их безопасное маневрирование;

проезд и размещение аэродромных автотранспортных средств и перронной механизации;

размещение передвижного и стационарного оборудования, предназначенного для технического обслуживания воздушных судов;

размещение устройств заземления (для снятия статического электричества), крепления воздушных судов, струеотклоняющих щитов, а также других необходимых устройств;

возможность механизированной очистки покрытия от снега.

**2.18.** Вдоль кромок перронов, МС и площадок специального назначения следует предусматривать грунтовые обочины шириной не менее 10 м и укрепленные отмостки (сопряжения) шириной не более 1,5 м.

**2.19.** Расстояние от габарита воздушного судна, маневрирующего на перроне, МС или площадке специального назначения, до здания (сооружения, устройства) или габарита стоящего воздушного судна должно быть, м, не менее, при максимальной взлетной массе воздушного судна, т:

| | |
|---|---|
| св. 30 | 7,5 |
| от 10 до 30 | 6 |
| менее 10 | 4 |

Таблица 8

| Элементы вертодрома | Размеры, м, элементов вертодрома и посадочных площадок для вертолетов взлетной массой, т | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | св. 15 (тяжелые) | | от 5 до 15 (средние) | | менее 5 (легкие) | |
| | длина | ширина | длина | ширина | длина | ширина |
| **Взлетно-посадочные полосы (ИВПП) при взлетах и посадках вертолетов по-самолетному** | 190 | 20 | 110 | 20 | 110 | 15 |
| **Посадочные площадки при взлетах и посадках по-вертолетному** | 80 | 80 | 50 | 50 | 35 | 35 |
| **Рабочая площадь посадочных площадок с искусственным покрытием** | 20 | 20 | 20 | 20 | 15 | 15 |
| **То же, расположенных на крышах зданий и приподнятых платформах** | 35 | 28 | 21 | 17 | 15 | 12 |
| **Полосы безопасности:** | | | | | | |
| **концевые (КПБ)** | 5 | — | 5 | — | 5 | — |
| **боковые (БПБ)** | — | 15 | — | 15 | — | 10 |
| **посадочных площадок** | — | 30 | — | 15 | — | 10 |
| **Рулежные дорожки (РД)** | — | 15 | — | 8 | — | 6 |
| **Полосы, обработанные материалами, предотвращающими пылимость:** | | | | | | |
| **вдоль боковых кромок РД** | — | 12 | — | 8 | — | 4 |
| **вдоль кромок швартовочных площадок** | — | — | — | 10 | — | 5 |
| ***Индивидуальные места стоянки (МС) при способах установки вертолета:*** | | | | | | |
| **на тяге несущего винта или с помощью буксировщика** | 46 | 32 | 24 | 18 | 18 | 14 |
| **подлете на малой высоте** | — | — | 22 | 12 | 14 | 10 |
| **Швартовочные площадки** | — | — | 24 | 24 | 18 | 18 |

Примечания: 1. Ширина РД должна быть не менее удвоенной колеи шасси вертолета.

2. При расположении посадочных площадок на крышах зданий, приподнятых платформах и других подобных сооружениях полосы безопасности допускается не предусматривать.

3. Способы взлета и посадки вертолетов (по-самолетному с использованием влияния „воздушной подушки" или по-вертолетному — по вертикали), а также способы установки вертолетов на индивидуальных местах стоянки (на тяге несущего винта, с помощью буксировщика или с разворотом вертолета в воздухе на малой высоте) устанавливаются технологической частью проекта вертодрома.

Расстояние от габарита воздушного судна, стоящего на перроне, МС или площадке специального назначения, до кромки покрытия должно быть не менее 4 м.

### ЭЛЕМЕНТЫ ВЕРТОДРОМОВ

**2.20.** В составе вертодромов следует предусматривать следующие основные элементы:

летные полосы (ЛП), в том числе взлетно-посадочные полосы (ВПП) с искусственным покрытием (ИВПП) и (или) грунтовые (ГВПП), боковые (БПБ) и концевые (КПБ) полосы безопасности;

рулежные дорожки (РД);

перроны;

места стоянки вертолетов (МС);

швартовочные площадки.

**2.21.** Размеры элементов вертодромов и посадочных площадок следует принимать в соответствии с табл. 8.

**2.22.** Размеры и конфигурация перрона и швартовочных площадок должны обеспечивать одновременное размещение расчетного числа вертолетов и безопасное их маневрирование и обслуживающих транспортных средств.

**2.23.** Места стоянки вертолетов следует располагать вне зон воздушных подходов к вертодрому. При наличии нескольких направлений взлета и посадки вертолетов МС допускается располагать в зонах воздушных подходов направлений, имеющих наименьшую ветровую загрузку.

Продольная ось индивидуального МС должна, как правило, совпадать с направлением господствующих ветров.

Таблица 9

| Расстояние | Минимальное значение расстояния при способе перемещения вертолетов | | |
|---|---|---|---|
| | на тяге несущего винта | с помощью буксировщика | подлете на малой высоте |
| Между осями: | | | |
| ЛП и МС | $3D$ | $3D$ | $3D$ |
| смежных МС | $1{,}5D$ | $1{,}25D$ | $3D$ |
| МС и РД | $1{,}5D$ | $1{,}5D$ | — |
| РД и швартовочной площадки | $2D$ | $2D$ | $2D$ |
| Между кромкой покрытия МС и сооружением (устройством) | $1D$ | $0{,}5D$ | $2{,}5D$ |
| Между осью швартовочной площадки и боковой кромкой покрытия ЛП или сооружением (устройством) | $3D$ | $3D$ | $3D$ |
| Между концами лопастей несущих винтов вертолетов, располагаемых на швартовочных площадках | $0{,}5D$ | $K_l^*$ | — |

**2.24.** При расположении вертодромов (посадочных площадок) в горных, приморских и других районах, в которых скорость ветра достигает 20 м/с и более, а также при расположении МС на крышах зданий и приподнятых платформах МС следует оборудовать якорными креплениями.

**2.25.** В местах примыкания РД к ВПП, МС и перронам следует предусматривать закругления внутренних кромок покрытия в плане радиусом, равным удвоенной ширине РД.

**2.26.** Расстояния между элементами вертодрома в зависимости от диаметра $D$ несущего винта и колеи $K_l$ шасси вертолета расчетного типа должны быть не менее указанных в табл. 9.

Расстояние от концов лопастей несущего и хвостового винтов вертолета, стоящего на групповом МС, до кромки покрытия должно быть не менее 2 м.

## 3. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА

**3.1.** Максимально допускаемые продольные и поперечные уклоны элементов аэродромов следует принимать по табл. 10 и 11, вертодромов — по табл. 12.

При реконструкции существующих аэродромов значения поперечных и продольных уклонов, указанные в табл. 10, допускается увеличивать, но не более чем на 20 %.

**3.2.** Для обеспечения надежного стока дождевых и талых вод с поверхности искусственных покрытий и уменьшения опасности глиссирования колес воздушных судов поперечный профиль ИВПП необходимо проектировать симметричным двухскатным. При технико-экономическом обосновании допускается принимать односкатный поперечный профиль ИВПП.

**3.3.** Поперечный профиль летной полосы следует проектировать без устройства грунтовых лотков в пределах летной полосы.

Устройство грунтовых лотков в пределах летной полосы допускается предусматривать в исключительных случаях при технико-экономическом обосновании, учитывая гидрологические, гидрогеологические и инженерно-геологические условия местности.

**3.4.** Поперечный профиль РД в зависимости от особенностей рельефа местности, принятой схемы водоотвода и применяемой строительной техники допускается применять как двухскатный, так и односкатный.

**3.5.** Поперечные уклоны поверхности элементов аэродромов должны быть не менее для:

ИВПП . . . . . 0,008

РД, МС, перронов и площадок специального назначения . . . . . 0,005

грунтовых обочин ИВПП, РД, перронов и площадок специального назначения . . . . . 0,015

Таблица 10

| Вид уклона | Максимально допускаемое значение уклона элементов с искусственным покрытием для аэродромов классов | | | |
|---|---|---|---|---|
| | А, Б, В | Г | Д | Е |
| Продольный уклон участков ИВПП: | | | | |
| среднего | 0,0125 | 0,015 | 0,015 | 0,020 |
| концевого | 0,008 | 0,015 | 0,015 | 0,015 |
| Поперечный уклон ИВПП | 0,015 | 0,015 | 0,020 | 0,020 |
| Продольный уклон РД: | | | | |
| магистральных и соединительных | 0,015 | 0,025 | 0,025 | 0,030 |
| вспомогательных | 0,020 | 0,030 | 0,030 | 0,030 |
| Поперечный уклон РД | 0,015 | 0,020 | 0,020 | 0,020 |
| Продольный и поперечный уклоны перронов, МС и площадок специального назначения | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,020 |
| Продольный уклон укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП | 0,008 | 0,015 | 0,015 | — |
| Поперечный уклон укрепляемых участков, примыкающих к торцам ИВПП | 0,015 | 0,015 | 0,020 | — |
| Поперечный уклон укрепляемых отмосток ИВПП, перронов, МС и площадок специального назначения, обочин РД (вне пределов летной полосы) | 0,025 | 0,030 | 0,030 | 0,030 |
| Средний продольный уклон ИВПП | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,017 |

Примечания: 1. Длина концевых участков ИВПП при назначении продольных уклонов принимается равной $^1/_6$ длины ИВПП.

2. На концевых участках ИВПП продольные уклоны должны быть одного направления (только восходящие или только нисходящие).

3. Уклоны РД и обочин РД, располагаемых в пределах ЛП, должны соответствовать уклонам, принятым для ЛП.

4. Под средним продольным уклоном ИВПП понимается отношение разности отметок начала и конца ИВПП к ее длине.

Таблица 11

| Вид уклона | Максимально допускаемое значение уклона грунтовых элементов для аэродромов классов | | |
|---|---|---|---|
| | А, Б, В | Г, Д | Е |
| Продольный уклон участка ГВПП: | | | |
| среднего | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
| концевого нисходящего | 0,020 | 0,025 | 0,025 |
| " восходящего | 0,008 | 0,015 | 0,015 |
| Поперечный уклон ГВПП (при односкатном и двухскатном поперечных профилях) | 0,020 | 0,025 | 0,025 |
| Продольный уклон участков КПБ: | | | |
| нисходящий | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
| восходящий | 0,008 | 0,015 | 0,020 |
| Поперечный уклон КПБ при профиле: | | | |
| односкатном | 0,020 | 0,025 | 0,025 |
| двухскатном | 0,030 | 0,030 | 0,030 |
| Продольный уклон участков БПБ: | | | |
| среднего | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
| концевого нисходящего | 0,020 | 0,025 | 0,025 |
| " восходящего | 0,008 | 0,015 | 0,015 |
| Поперечный уклон БПБ | 0,025 | 0,030 | 0,030 |
| Продольный и поперечный уклоны РД | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
| Продольный уклон групповых МС | 0,020 | 0,020 | 0,025 |
| Поперечный уклон групповых МС | 0,015 | 0,015 | 0,020 |
| Поперечный уклон грунтовых обочин: | | | |
| ИВПП, перронов и групповых МС | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| РД и площадок специального назначения | 0,030 | 0,030 | 0,030 |

Примечания: 1. Длина концевых участков ГВПП и БПБ при назначении продольных уклонов принимается равной $^1/_6$ длины ГВПП.

2. Поверхность РД, расположенной в пределах летной полосы, должна плавно сопрягаться с ее поверхностью и иметь продольный и поперечный уклоны, а также радиусы вертикальных кривых не более допускаемых для соответствующего грунтового элемента летной полосы.

3. См. примеч. 2 к табл. 10.

Продольные и поперечные уклоны поверхности грунтовых элементов (за исключением грунтовых обочин) должны быть не менее при грунтах:

глинистых и суглинистых . . . . . 0,007
супесчаных, песчаных, гравийных, щебенистых . . . . . 0,005

**3.6.** На участках поворота магистральных РД следует предусматривать устройство виражей (односкатных поперечных профилей с уклоном к центру кривой), поперечные уклоны которых не должны превышать 0,025.

**3.7.** Поверхности элементов аэродрома в продольном направлении следует сопрягать вертикальными кривыми радиусами не менее приведенных в табл. 13.

**3.8.** Радиусы вертикальных кривых для сопряжения поверхности элементов вертодрома в продольном направлении должны быть не менее 6000 м — для ИВПП и ГВПП, 4000 м — для КПБ, БПБ и РД.

Радиусы вертикальных кривых для сопряжения поверхности перронов, групповых МС, швартовочных площадок вертодромов в продольном и поперечном направлениях должны быть не менее 3000 м.

Таблица 12

| Вид уклона | Максимально допускаемое значение уклона элементов для вертодромов |
|---|---|
| Продольный уклон: | |
| ИВПП | 0,020 (0,025) |
| ГВПП | 0,025 (0,030) |
| Поперечный уклон: | |
| ИВПП | 0,015 |
| ГВПП | 0,020 |
| КПБ и БПБ | 0,035 |
| Продольный и поперечный уклоны рабочей площади посадочной площадки | 0,030 |
| Продольный и поперечный уклоны посадочных площадок, располагаемых на крышах зданий и приподнятых платформах | 0,010 |
| Поперечный уклон поверхности территории, непосредственно примыкающей к полосе безопасности | 0,100 |
| Продольный и поперечный уклоны МС, перрона и швартовочной площадки | 0,015 |
| Продольный уклон РД | 0,030 |
| Поперечный уклон РД | 0,020 |
| Поперечный уклон грунтовых обочин ИВПП, МС, перрона и РД | 0,030 |

Примечания: 1. Уклоны ИВПП должны быть не менее: продольные — 0,0025, поперечные — 0,005; уклоны грунтовой поверхности ЛП — не менее 0,005.

2. Значения продольных уклонов ИВПП и ГВПП, указанные в скобках, следует применять только для вертодромов, предназначаемых для обслуживания легких вертолетов.

Таблица 13

| Элемент аэродрома | Минимальный радиус, м, вертикальных кривых в продольном направлении для элементов аэродромов классов | | | |
|---|---|---|---|---|
| | А | Б, В | Г, Д | Е |
| ИВПП | 30 000 | 20 000 | 10 000 | 6000 |
| ГВПП | 10 000 | 10 000 | 6000 | 6000 |
| БПБ и КПБ | 6000 | 6000 | 4000 | 4000 |
| РД: | | | | |
| магистральная и соединительная | 6000 | 6000 | 4000 | 3000 |
| вспомогательная | 3000 | 3000 | 3000 | 2500 |

**3.9.** Величина излома (алгебраической разности смежных уклонов) $\Delta i_{max}$ поверхностей элементов аэродрома в пределах вертикальной кривой должна удовлетворять условию

$$\Delta i_{max} \leqslant \frac{s}{r_v}, \qquad (1)$$

где $s$ — шаг проектирования вертикальной кривой, м;

$r_v$ — минимальный радиус вертикальной кривой, м.

**3.10.** Величина излома $\Delta i$ сопрягаемых поверхностей искусственных покрытий аэродромов всех классов (кроме класса Е) не должна превышать 0,015, аэродромов класса Е — 0,02.

При применении волнообразного продольного профиля (в местах перехода через тальвеги и водоразделы) расстояние $L$, м, между смежными переломами продольных уклонов ИВПП должно удовлетворять условию

$$L \geqslant r_v \left(\Delta i_{v1} + \Delta i_{v2}\right), \qquad (2)$$

где $\Delta i_{v1}, \Delta i_{v2}$ — алгебраическая разность продольных уклонов в смежных переломах элементов ИВПП.

**3.11.** Продольный профиль ИВПП должен обеспечивать:

взаимную видимость на расстоянии не менее половины длины ИВПП двух точек, находящихся на высоте 3 м от поверхности ИВПП для аэродромов классов А, Б, В, Г и Д и на высоте 2 м — для аэродромов класса Е;

видимость антенны курсового радиомаяка с опорной точки радиомаячной системы (РМС) аэродрома в зависимости от категории РМС, устанавливаемой проектом в соответствии с нормами по проектированию объектов управления воздушным движением, радионавигации и посадки.

**3.12.** Продольный профиль РД должен обеспечивать свободный обзор поверхности РД на расстоянии 300 м из любой точки, расположенной на высоте 3 м, — для аэродромов классов А, Б, В, Г, Д и на расстоянии 250 м из любой точки, расположенной на высоте 2 м, — для аэродромов класса Е.

**3.13.** Максимальные восходящие уклоны местности на участках сопряжения КПБ и БПБ с грунтовой поверхностью должны соответствовать ведомственным нормативным требованиям, ограничивающим допускаемую высоту естественных и искусственных препятствий на приаэродромной территории.

## 4. ГРУНТОВЫЕ ОСНОВАНИЯ

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

**4.1.** Грунтовые основания (спланированные и уплотненные местные или привозные грунты, воспринимающие распределенные нагрузки через вышележащую многослойную конструкцию аэродромной одежды) надлежит проектировать исходя из условий обеспечения прочности и устойчивости аэродромной одежды независимо от погодных условий и времени года с учетом:

состава и свойств грунтов в пределах сжимаемой толщи и зоны действия на грунты природных факторов;

типов гидрогеологических условий, приведенных в обязательном приложении 1;

деления территории СССР на дорожно-климати-

ческие зоны в соответствии с обязательным приложением 2;

категории нормативной нагрузки от воздушного судна;

опыта проектирования, строительства и эксплуатации аэродромов, расположенных в аналогичных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических условиях.

**4.2.** Номенклатура грунтов, используемых для грунтового основания, по генезису, составу, состоянию в природном залегании, пучинистости, набуханию и просадочности должна устанавливаться в соответствии с ГОСТ 25100–82. Глинистые грунты в зависимости от их зернового состава и числа пластичности дополнительно подразделяются на разновидности согласно справочному приложению 3.

**4.3.** Характеристики грунтов природного залегания, а также искусственного происхождения должны определяться, как правило, на основе их непосредственных испытаний в полевых или лабораторных условиях с учетом возможного изменения влажности грунтов в процессе строительства и эксплуатации аэродромных сооружений.

Расчетные характеристики грунтов (коэффициент постели $K_s$ для жестких покрытий и модуль упругости $E$ для нежестких покрытий) надлежит устанавливать для однородных грунтов в соответствии с обязательным приложением 4. Для многослойных грунтовых оснований или когда верхний слой грунта уплотнен, а нижний остается неуплотненным и имеет коэффициент пористости $e > 0{,}8$ либо при наличии в естественном основании сплошных скальных грунтов с временным сопротивлением одноосному сжатию не менее 5 МПа (50 кгс/см$^2$), коэффициентом размягчаемости в воде не более 0,75 и неспособных к растворению в воде следует использовать эквивалентный коэффициент постели $K_{se}$ всего основания (учитывая подстилающий скальный грунт), определяемый согласно рекомендуемому приложению 5.

Проектирование грунтовых оснований без соответствующего инженерно-геологического и гидрогеологического обоснования или при его недостаточности не допускается.

**4.4.** Глубина сжимаемой толщи грунтового основания, в пределах которой учитываются состав и свойства грунтов, принимается по табл. 14 в зависимости от категории нормативной нагрузки и по табл. 15 — в зависимости от нагрузки на одно колесо основной опоры конкретного воздушного судна, а для вечномерзлых грунтов ограничивается расчетной глубиной сезонного оттаивания.

Таблица 14

| Категория нормативной нагрузки | В/к*, I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Глубина сжимаемой толщи грунтового основания от верха покрытия, м | 6,0 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,0 | 2,0 |

* В/к — внекатегорийная нормативная нагрузка.

Таблица 15

| Число колес на основной опоре воздушного судна | Глубина сжимаемой толщи грунтового основания от верха покрытия, м, при нагрузке на одно колесо основной опоры, кН (тс) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 250 (25) | 200 (20) | 150 (15) | 100 (10) | 50 (5) |
| 1 | 5 | 4,5 | 4 | 3 | 2 |
| 2 | 6 | 6 | 5 | 4,5 | 4 |
| 4 и более | 6 | 6 | 6 | 5 | 5 |

**4.5.** Глубину сезонного промерзания $d_f$ или для вечномерзлых грунтов — оттаивания $d_t$ следует определять на основе расчета согласно обязательному приложению 6.

**4.6.** Осадки (просадки) грунтов основания, происходящие при производстве земляных работ, а также при дальнейшей консолидации грунтов основания в период эксплуатации покрытия под влиянием природно-климатических факторов, необходимо учитывать, если в грунтовом основании находятся слабые грунты (водонасыщенные глинистые, заторфованные, торф, ил, сапропель), лессовые, засоленные и другие просадочные разновидности, а также вечномерзлые просадочные при оттаивании грунты.

Примечание. К слабым грунтам относятся грунты, модуль упругости которых менее 5 МПа (50 кгс/см$^2$).

**4.7.** Расчетные значения ожидаемых вертикальных деформаций основания $s_d$ в период эксплуатации покрытия не должны превышать предельных значений $s_u$, указанных в табл. 16.

Таблица 16

| Аэродромная одежда | Предельные значения вертикальных деформаций основания $s_u$, м, для | | |
|---|---|---|---|
| | ИВПП | магистральных РД | МС, РД и др. |
| Капитальная с жестким покрытием: | | | |
| бетонным, армобетонным, железобетонным монолитным | 0,02 | 0,03 | 0,04 |
| железобетонным сборным | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| Капитальная с нежестким покрытием | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| Облегченная с нежестким покрытием | 0,04 | 0,05 | 0,08 |

**4.8.** При проектировании грунтовых оснований следует предусматривать мероприятия по исключению или уменьшению вредного действия природных и эксплуатационных факторов, устранению неблагоприятных свойств грунта под аэродромной одеждой:

устройство специальных слоев искусственного основания (гидроизолирующих, капилляропрерывающих, термоизоляционных);

водозащитные мероприятия на площадках, сложенных грунтами, чувствительными к изменению влажности (соответствующую горизонтальную и вертикальную планировку территории аэродрома, обеспечивающую сток поверхностных вод; устройство водосточно-дренажной сети);

преобразование строительных свойств грунтов основания (уплотнение трамбованием, предварительным замачиванием грунтов; полную или частичную замену грунтов с неудовлетворительными свойствами и др.) на глубину, определяемую расчетом из условия снижения возможной вертикальной деформации основания до допускаемой величины;

укрепление грунтов (химическим, электрохимическим, термическим и другими способами).

Границы специальных слоев основания или грунта с устраненными неблагоприятными свойствами должны отстоять от кромки покрытия не менее чем на 3 м.

**4.9.** Возвышение поверхности аэродромного покрытия над расчетным уровнем подземных вод следует принимать не менее установленного в табл. 17.

Таблица 17

| Грунт основания (насыпи) | Минимальное возвышение поверхности аэродромного покрытия над уровнем подземных вод, м, в дорожно-климатических зонах | | | |
|---|---|---|---|---|
| | II | III | IV | V |
| Песок средней крупности | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| Песок мелкий, супесь | 1,6 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| Глина, суглинок, песок и супесь пылеватые | 2,3 | 1,8 | 1,5 | 1,3 |

В случаях, когда выполнение настоящих требований технико-экономически нецелесообразно, в грунтовом основании, сооружаемом во II и III дорожно-климатических зонах, следует предусматривать устройство капилляропрерывающих, а в IV и V дорожно-климатических зонах — гидроизолирующих прослоек, верх которых должен располагаться на расстоянии от поверхности покрытия 0,9 м — для II и III зон и 0,75 м — для IV и V зон. Низ прослоек должен отстоять от горизонта подземных вод не менее чем на 0,2 м.

Для аэродромов, располагаемых в I дорожно-климатической зоне, в случае отсутствия вечномерзлых грунтов, а также при использовании вечномерзлых грунтов в качестве естественного основания по принципу III (п. 4.25) минимальное возвышение поверхности аэродромного покрытия над уровнем подземных вод надлежит принимать как для II дорожно-климатической зоны.

За расчетный уровень подземных вод надлежит принимать максимально возможный осенний (перед замерзанием) уровень, а в районах, где наблюдаются частые продолжительные оттепели, — максимально возможный весенний уровень подземных вод. При отсутствии необходимых данных за расчетный допускается принимать уровень, определяемый по верхней линии оглеения грунтов.

**4.10.** Требуемую степень уплотнения грунтов насыпи следует предусматривать исходя из коэффициента уплотнения (отношения наименьшей требуемой плотности к максимальной при стандартном уплотнении), значения которого приведены в табл. 18.

Таблица 18

| Грунт | Коэффициент уплотнения грунта основания | | |
|---|---|---|---|
| | при аэродромной одежде | | грунтовой части летного поля и полос безопасности |
| | капитального типа | облегченного типа | |
| Песок, супесь | 0,98/0,95 | 0,95/0,95 | 0,90 |
| Суглинок | 1,00/0,95 | 0,98/0,95 | 0,95 |
| Глина | 1,00/0,98 | 0,98/0,95 | 0,95 |

Примечание. Перед чертой приведены значения коэффициента уплотнения грунта в зоне сезонного промерзания, после черты — ниже границы сезонного промерзания, а также для насыпей, возводимых в IV и V дорожно-климатических зонах.

Если под аэродромной одеждой естественная плотность грунта ниже требуемой, следует предусматривать уплотнение грунта до норм, приведенных в табл. 18, на глубину 1,2 м для I–III дорожно-климатических зон и 0,8 м — для IV и V зон, считая от поверхности грунтового основания.

**4.11.** Наибольшая крутизна откосов насыпей должна назначаться из условия обеспечения их устойчивости в зависимости от высоты насыпи и вида грунта.

### ОСНОВАНИЯ НА НАБУХАЮЩИХ ГРУНТАХ

**4.12.** Свойства набухания глинистых грунтов, используемых для основания, следует учитывать, если при замачивании водой или химическими растворами значение их относительного свободного (без нагрузки) набухания $\epsilon_{sw} \geqslant 0{,}04$.

Значение относительного набухания (отношение увеличения высоты образца грунта в результате его замачивания водой или другой жидкостью к начальной высоте образца грунта природной влажности) определяется по ГОСТ 24143–80.

**4.13.** При проектировании оснований на набухающих грунтах следует предусматривать конструктивные мероприятия, предотвращающие увлажнение природного грунта, а также замену набухающего грунта ненабухающим или устройство насыпи из ненабухающих грунтов таким образом, чтобы верхняя граница набухающих грунтов находилась на глубине от верха аэродромного покрытия, м, не менее:

1,3 – для слабонабухающих грунтов ($0,04 \leqslant \epsilon_{sw} \leqslant 0,08$);
1,8 – " средненабухающих " ($0,08 < \epsilon_{sw} \leqslant 0,12$);
2,3 – " сильнонабухающих " ($\epsilon_{sw} > 0,12$).

## ОСНОВАНИЯ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

**4.14.** Просадочные свойства грунтов, используемых в качестве основания, следует учитывать в пределах толщи грунта, где:

суммарное сжимающее напряжение от собственного веса грунта и аэродромной одежды $\sigma_{zg}$ и эксплуатационной нагрузки $\sigma_{zp}$ превышает начальное просадочное давление $p_{sc}$;

влажность грунта $w$ выше (или может стать выше) начальной просадочной влажности $w_{sc}$ (минимальной влажности, при которой проявляются просадочные свойства грунта);

относительная просадочность под действием внешней нагрузки $\epsilon_c \geqslant 0,01$.

При проектировании оснований, сложенных просадочными грунтами, следует учитывать возможность повышения влажности грунтов, имеющих степень влажности $S_r \leqslant 0,5$, из-за нарушения природных условий испарения вследствие устройства аэродромного покрытия (экранирования поверхности). Конечную влажность грунтов надлежит принимать равной влажности на границе раскатывания $w_p$.

Характеристики просадочных свойств грунтов определяют по ГОСТ 23161–78.

**4.15.** Грунтовые условия площадок, сложенных просадочными грунтами, в зависимости от возможности проявления просадки подразделяются на два типа:

I – просадка происходит в пределах сжимаемой толщи грунта (в основном в пределах ее верхней части) от действия эксплуатационной нагрузки, а просадка грунта от собственного веса отсутствует или не превышает 0,05 м;

II – помимо просадки грунта от эксплуатационной нагрузки возможна просадка (преимущественно в нижней части просадочной толщи) от собственного веса грунта, и размер ее превышает 0,05.

**4.16.** Мероприятия по устранению просадочных свойств грунта должны предусматриваться в зависимости от выполнения условия

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leqslant p_{sc}, \qquad (3)$$

где $\sigma_{zp}$ – вертикальное сжимающее напряжение в грунте от эксплуатационной нагрузки, определяемое по обязательному приложению 8;

$\sigma_{zg}$ – вертикальное сжимающее напряжение от собственного веса грунта и аэродромной одежды;

$p_{sc}$ – начальное просадочное давление (минимальное давление, при котором проявляются просадочные свойства грунта при его полном водонасыщении), определяемое по ГОСТ 23161–78.

Если условие (3) удовлетворено, следует предусматривать уплотнение верхнего слоя просадочного грунта в соответствии с требованиями п. 4.10.

Если $\sigma_{zp} + \sigma_{zg} > p_{sc}$, необходимо кроме уплотнения верхнего слоя предусматривать мероприятия по устранению просадочных свойств грунта (предварительное замачивание, полную или частичную замену грунта подушками из песка, гравия, щебня и других непросадочных материалов) на глубину, обеспечивающую удовлетворение условия

$$s_{sc} \leqslant s_u, \qquad (4)$$

где $s_{sc}$ – значение вертикальной деформации основания, вызванной просадкой грунта, определяемое при влажности $w_p$ на границе раскатывания;

$s_u$ – предельное значение вертикальной деформации, принимаемое по табл. 16.

**4.17.** При проектировании элементов аэродрома, располагаемого на участках с грунтовыми условиями II типа по просадочности, наряду с устранением просадочных свойств грунтов основания следует предусматривать устройство гидроизоляционного слоя под аэродромной одеждой и на расстоянии 3 м в обе стороны от кромки покрытия, устройство водонепроницаемых отмосток шириной не менее 2 м, а если начальная просадочная влажность $w_{sc}$ меньше влажности на границе раскатывания $w_p$ – устранение просадочных свойств грунта предварительным его замачиванием.

**4.18.** Для возведения низких насыпей (высотой до 1 м) на участках с грунтовыми условиями II типа по просадочности следует предусматривать применение недренирующих грунтов. Дренирующие грунты допускается применять при технико-экономическом обосновании только на участках с грунтовыми условиями I типа по просадочности.

Для возведения насыпей высотой более 1 м разрешается применять дренирующие грунты, однако естественный грунт под насыпью и на расстоянии не менее 5 м в обе стороны от нее должен быть уплотнен на глубину не менее 0,5 м до плотности сухого грунта $\rho_d$ = 1,7 т/м$^3$ или нижняя часть насыпи (высотой 0,5 м) должна быть выполнена из недренирующих грунтов.

## ОСНОВАНИЯ НА ТОРФАХ, ЗАТОРФОВАННЫХ И СЛАБЫХ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТАХ

**4.19.** При проектировании грунтовых оснований под аэродромные одежды, располагаемых на торфах, заторфованных и слабых глинистых грунтах, следует предусматривать:

для оснований под аэродромные одежды, рассчитываемые на нормативные нагрузки в/к, I, II и III категорий, а под аэродромные одежды с асфальтобетонным покрытием, рассчитываемые и на нормативные нагрузки IV, V и VI категорий, замену торфа и заторфованных грунтов на всю глубину их залегания и замену слабых глинистых грунтов на глубину сжимаемой толщи (см. табл. 14 и 15);

для оснований под аэродромные одежды облегченного типа, а также под аэродромные одежды с покрытием из сборных железобетонных плит, рассчитываемые на нормативную нагрузку IV категории, разрешается использовать торф, заторфованные и слабые грунты в пределах сжимаемой толщи грунтового основания, при этом устройство аэродромной одежды следует предусматривать пос-

ле предварительного обжатия торфа, заторфованного или слабого грунта весом насыпи до условной стабилизации осадок $s_s$, м, определяемой по формуле

$$s_s = s_{tot} - s_u, \qquad (5)$$

где $s_{tot}$ — полная осадка, м, вычисляемая в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01-83;

$s_u$ — предельная осадка аэродромного покрытия, м, принимаемая по табл. 16.

**4.20.** Для повышения несущей способности насыпи, возводимой на естественном основании из торфа, заторфованного и слабого грунтов, устойчивости ее к воздействию эксплуатационных нагрузок, исключения местных просадок и проникания этих грунтов в тело насыпи, а также обеспечения возможности выполнения работ по устройству насыпи в период переувлажнения естественного грунта необходимо предусматривать укладку рулонных синтетических материалов (например, „Дорнита-Ф-1") на поверхность торфа, заторфованного или слабого глинистого грунта.

### ОСНОВАНИЯ НА ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТАХ

**4.21.** При проектировании оснований, предусматриваемых в районах распространения засоленных грунтов, особые свойства их надлежит учитывать, если солевой горизонт находится в пределах сжимаемой толщи грунта (см. табл. 14 и 15).

Возможность использования грунтов различной степени засоления в качестве естественного основания и в насыпях должна устанавливаться согласно табл. 19. При этом в случае неравномерного по глубине содержания солей степень засоления грунтового основания следует принимать по средневзвешенному содержанию солей.

Таблица 19

| Грунт по степени засоления | Среднее содержание легкорастворимых солей, % к массе сухого грунта, при соотношении содержания ионов $Cl'$ и $SO_4''$ | | Возможность использования в качестве основания |
|---|---|---|---|
| | хлоридное и сульфатно-хлоридное засоление $Cl'/SO_4'' > 1$ | сульфатное, хлоридно-сульфатное и содовое засоление $0{,}3 \leqslant Cl'/SO_4'' \leqslant 1$ | |
| Слабозасоленный | От 0,3 до 1,0 | От 0,3 до 0,5 | Пригоден |
| Засоленный | Св. 1,0 „ 5,0 | Св. 0,5 „ 2,0 | „ |
| Сильнозасоленный | „ 5,0 „ 8,0 | „ 2,0 „ 5,0 | „ |
| Избыточно засоленный | Св. 8,0 | Св. 5,0 | Не пригоден |

**4.22.** Грунты, содержащие гипс, допускается использовать в качестве естественного основания без ограничения, а в насыпях, возводимых во II–IV дорожно-климатических зонах, — при содержании гипса не более 30 % массы сухого грунта, в V зоне — не более 40 %.

Для аэродромов, расположенных в зоне искусственного орошения, или при глубине уровня подземных вод меньше глубины промерзания использование сильнозасоленных грунтов в качестве основания аэродромных одежд не допускается, а предельное содержание гипса в грунтах насыпей необходимо снижать на 10 %.

**4.23.** Возвышение аэродромного покрытия над расчетным уровнем подземных вод следует принимать на 20 % больше, чем указано в табл. 17, а по поверхности основания, сложенного средне- и сильнозасоленными грунтами, необходимо предусматривать устройство гидроизолирующего слоя.

**4.24.** Коэффициент уплотнения насыпей, возводимых из засоленных грунтов, следует принимать не менее 0,98 при аэродромной одежде облегченного типа и для грунтовой части летного поля, 1,00 — при аэродромной одежде капитального типа.

### ОСНОВАНИЯ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

**4.25.** При проектировании аэродромов, размещаемых в районах распространения вечномерзлых грунтов, следует принимать один из следующих трех принципов использования грунтов в качестве естественных оснований аэродромных одежд:

I — грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в течение всего заданного периода эксплуатации аэродромных покрытий;

II — допускается частичное или полное оттаивание грунтов (сезонноттаивающего слоя), которые оттаивали до устройства аэродромной одежды;

III — предусматривается предварительное оттаивание вечномерзлых грунтов с удалением или осушением переувлажненных слоев.

**4.26.** Принципы I и II использования вечномерзлых грунтов в качестве основания аэродромной одежды должны применяться, если годовой температурный баланс покрытия отрицателен (сумма отрицательных градусо-часов покрытия не меньше суммы положительных градусо-часов), т.е. при соблюдении условия

$$\sum_{i=1}^{12} t_{mp} \tau_i \leqslant 0, \qquad (6)$$

где $i$ — месяц года;

$t_{mp}$ — среднемесячная температура поверхности покрытия, определяемая с учетом среднемесячной температуры воздуха и среднемесячной солнечной радиации, принимаемых в соответствии с требованиями СНиП 2.01.01-82;

$\tau_i$ — продолжительность $i$-го месяца, ч.

Принцип I должен применяться, если естественные грунты сезонноттаивающего слоя в талом состоянии не обладают достаточной несущей способностью или дают недопустимые осадки, при экономически целесообразных затратах на мероприятия по сохранению вечномерзлого состояния.

Принцип II должен применяться при наличии в основании грунтов, деформация которых при сезонном оттаивании на расчетную глубину не превышает предельно допускаемых значений для аэродромов данного класса.

Принцип III должен применяться, если годовой температурный баланс покрытия положителен, при этом предварительное оттаивание вечномерзлых грунтов производится до горизонта непросадочных при оттаивании грунтов. Применение данного принципа использования грунтов в качестве оснований аэродромных одежд должно обосновываться технологическими возможностями и экономической целесообразностью намечаемых способов оттаивания вечномерзлых грунтов.

**4.27.** Вертикальную планировку аэродромов с использованием грунтов естественного основания по принципам I и II следует осуществлять подсыпкой в виде теплоизолирующей насыпи без нарушения сложившегося торфомохового покрова.

В качестве основных материалов для насыпи следует применять грунты и материалы, не подвергающиеся деформациям при промерзании или оттаивании.

**4.28.** Для уменьшения толщины теплоизолирующей насыпи (при соответствующем технико-экономическом обосновании) следует предусматривать в ее теле слои из высокоэффективных теплоизолирующих материалов: полимерных (пенопластов); легких бетонов, в которых содержатся пористые заполнители (керамзит, аглопорит, измельченные частицы пенопласта и т.п.); золошлаковых смесей и др.

Требуемую толщину теплоизолирующего слоя следует определять на основании теплотехнических расчетов (см. обязательное приложение 6) исходя из условия, чтобы для оснований, проектируемых по принципу I, расчетная глубина оттаивания находилась в пределах теплоизолирующей насыпи, а для оснований, проектируемых по принципу II, соблюдалось условие

$$s_{ft} \leqslant s_u, \qquad (7)$$

где $s_{ft}$ — значение ожидаемой деформации пучения сезонноотаивающего слоя грунтов, определяемое согласно обязательному приложению 7;

$s_u$ — предельное значение вертикальной деформации, принимаемое по табл. 16.

**4.29.** При использовании грунтов в качестве оснований по принципу II, а также по принципу I, если в процессе производства земляных работ допускается временное оттаивание грунтов основания, необходимо предусматривать устройство дренирующего слоя толщиной не менее 0,5 м из грунтов и материалов, имеющих коэффициент фильтрации не менее 7 м/сут.

**4.30.** При использовании грунтов в качестве оснований по принципу III величину ожидаемой осадки вечномерзлых грунтов $s_t$, м, после их оттаивания следует определять по формуле

$$s_t = \sum_{i=1}^{n} \epsilon_{ti} t_i, \qquad (8)$$

где $n$ — число слоев грунта, на которое разделяется оттаивающее основание в зависимости от просадочных свойств грунта;

$\epsilon_{ti}$ — значение относительной осадки $i$-го слоя грунта, определяемое натурными испытаниями вечномерзлых грунтов путем оттаивания кернов под суммарным давлением от собственного веса грунта, аэродромной одежды и от эксплуатационной нагрузки или методом горячего штампа. Значения $\epsilon_{ti}$ допускается определять расчетом в зависимости от природной влажности грунта $w$, коэффициента пористости $e$ и числа пластичности $I_p$. Для уплотненного торфяного слоя значение $\epsilon_{ti}$ допускается принимать равным от 0,03 до 0,04, а для неуплотненного слоя — 0,5;

$t_i$ — толщина $i$-го слоя сжимаемого грунта в природном состоянии, м.

**4.31.** При назначении коэффициента морозного пучения и коэффициента постели следует основания, проектируемые по принципу I, относить к первому типу гидрогеологических условий, а проектируемые по принципам II и III — ко второму типу при обеспеченном водоотводе и к третьему типу, если отвод воды из оттаивающего слоя не обеспечен.

## ОСНОВАНИЯ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

**4.32.** Пучинные свойства грунтов следует учитывать, если глинистые грунты к началу промерзания имеют показатель текучести $I_L > 0$ или если уровень подземных вод находится ниже расчетной глубины промерзания, м, менее чем на:

1,0 — для песков мелких;

1,5 — для песков пылеватых, супесей и супесей пылеватых;

2,5 — для суглинков, суглинков пылеватых, крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем;

3,0 — для глин.

**4.33.** Основания на пучинистых грунтах должны удовлетворять условию

$$s_f \leqslant s_u, \qquad (9)$$

где $s_f$ — равномерная деформация пучения поверхности грунтового основания, определяемая в соответствии с обязательным приложением 7;

$s_u$ — предельное значение вертикальной деформации пучения, принимаемое по табл. 16.

**4.34.** Для выполнения условия (9) следует предусматривать:

понижение уровня подземных вод;

устройство в основании стабильного слоя из непучинистых материалов с применением в отдельных случаях теплоизолирующих материалов для уменьшения глубины промерзания пучинистого грунта;

мероприятия по уменьшению пучинистости грунтов основания путем обработки их на расчетную глубину солями ($NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ и др.), понижающими температуру замерзания, органическими и минеральными вяжущими, а также путем электрохимической обработки.

## 5. АЭРОДРОМНЫЕ ОДЕЖДЫ

**5.1.** Аэродромная одежда, воспринимающая нагрузки и воздействия от воздушных судов, эксплуатационных и природных факторов, должна включать:

покрытие — верхний несущий слой (слои), непосредственно воспринимающий нагрузки от колес воздушных судов, воздействия природных факторов (переменного температурно-влажностного режима, многократного замораживания и оттаивания, влияния солнечной радиации, ветровой эрозии), тепловые и механические воздействия газовоздушных струй авиационных двигателей и механизмов, предназначенных для эксплуатации аэродрома, а также воздействия антигололедных химических средств;

искусственное основание — несущую часть аэродромной одежды, обеспечивающую совместно с покрытием передачу нагрузок на грунтовое основание и состоящую из отдельных конструктивных слоев, которые могут выполнять также дренирующие, противозаиливающие, термоизолирующие, противопучинные, гидроизолирующие и другие функции.

**5.2.** Аэродромные покрытия надлежит подразделять по характеру сопротивления действию нагрузок от воздушных судов на:

жесткие (с бетонным, армобетонным, железобетонным покрытиями, а также с асфальтобетонным покрытием на цементобетонном основании);

нежесткие (с покрытием из асфальтобетона; прочных каменных материалов подобранного состава, обработанных органическими вяжущими; щебеночных и гравийных материалов, грунтов и местных материалов, обработанных минеральными или органическими вяжущими).

Аэродромные одежды надлежит подразделять по сроку службы и степени совершенства на:

капитальные (с жестким и асфальтобетонным покрытиями);

облегченные (с нежестким покрытием, кроме покрытия из асфальтобетона).

### МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ

**5.3.** Для жестких аэродромных покрытий следует предусматривать тяжелый бетон, отвечающий требованиям соответствующих стандартов и настоящих норм.

При технико-экономическом обосновании допускается применять мелкозернистый (песчаный) бетон.

**5.4.** Проектные классы бетона по прочности необходимо принимать не ниже указанных в табл. 20.

**5.5.** Морозостойкость бетона должна быть не ниже указанной в табл. 21.

**5.6.** Нормативные и расчетные характеристики бетона, асфальтобетона, материалов, применяемых для устройства оснований под покрытия жесткого и нежесткого видов, следует принимать по обязательному приложению 9.

Таблица 20

| Аэродромное покрытие | Минимальный проектный класс бетона по прочности | |
|---|---|---|
| | на растяжение при изгибе | на сжатие |
| Однослойное сборное из железобетонных предварительно напряженных плит, армированное: | | |
| проволочной арматурой или арматурными канатами | $B_{btb}4{,}0$ | B30 |
| стержневой арматурой | $B_{btb}3{,}6$ | B25 |
| Однослойное монолитное бетонное, армобетонное и железобетонное с ненапрягаемой арматурой | $B_{btb}4{,}0$ | B30 |
| Верхний слой монолитного бетонного, армобетонного или железобетонного двухслойного покрытия с ненапрягаемой арматурой | $B_{btb}4{,}0$ | B30 |
| Нижний слой двухслойного покрытия и подшовные плиты | $B_{btb}2{,}8$ | B20 |

Примечания: 1. Для железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой проектный класс бетона по прочности на сжатие следует принимать не ниже B30 (без ограничения класса по прочности на растяжение при изгибе).

2. Для покрытий, рассчитанных под нормативные нагрузки V и VI категорий, допускается принимать проектный класс по прочности на растяжение при изгибе и класс по прочности на сжатие бетона соответственно не ниже $B_{btb}3{,}2$ и B25.

Таблица 21

| Климатические условия | Морозостойкость бетона не ниже | |
|---|---|---|
| | для однослойного и верхнего слоя двухслойного покрытий | для нижнего слоя двухслойного покрытия |
| Мягкие | F100 | F50 |
| Умеренные | F150 | F75 |
| Суровые | F200 | F100 |

Примечания: 1. Мягкие климатические условия характеризуются среднемесячной температурой наружного воздуха наиболее холодного месяца от 0 до минус 5 °С, умеренные — ниже минус 5 до минус 15 °С, суровые — ниже минус 15 °С.

2. Расчетная среднемесячная температура наружного воздуха принимается в соответствии с требованиями СНиП 2.01.01-82.

**5.7.** Вид и класс арматуры, характеристики арматурных сталей надлежит устанавливать в соответствии с требованиями СНиП 2.03.01-84 в зависимости от вида покрытия, назначения арматуры, температурных условий, технологии приготовления арматурных элементов и способов их использования (ненапрягаемая и напрягаемая арматура).

В качестве ненапрягаемой арматуры следует применять обыкновенную арматурную проволоку классов Вр-I и В-I (в сварных сетках и каркасах) или горячекатаную арматурную сталь периодического профиля классов А-II и А-III. В качестве монтажной, распределительной и конструктивной арматуры, а также для элементов стыковых соединений следует использовать горячекатаную арматурную сталь гладкую класса А-I и обыкновенную арматурную гладкую проволоку класса В-I.

**5.8.** Фундаменты массивного типа для якорных креплений воздушных судов на стоянках необходимо предусматривать из бетона класса по прочности на сжатие не ниже В20. Для изготовления металлического анкера, заделываемого в бетон, и якорного кольца надлежит применять горячекатаную арматурную сталь класса А-I марки ВСт3сп2, а также класса А-II марки 10ГТ, класса А-III марки 25Г2С и класса А-IV марки 20ХГ2Ц.

**5.9.** В качестве материалов для заполнения деформационных швов жестких покрытий должны применяться резинобитумные вяжущие и полимерные герметики, укладываемые в холодном состоянии, битумно-полимерные мастики, укладываемые в горячем состоянии, или готовые эластичные прокладки, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к материалам для герметизации швов жестких покрытий.

Таблица 22

| Материал слоев искусственных оснований | Морозостойкость материалов, не ниже, для климатических условий | | |
|---|---|---|---|
| | суровых | умеренных | мягких |
| Щебень и щебень из гравия | F50 | F25 | F15 |
| Гравий | F25 | F15 | F15 |
| Щебень, гравий, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси, укрепленные органическими вяжущими | F25 | F25 | F15 |
| Щебень, обработанный неорганическими вяжущими | F50 | F25 | F15 |
| Гравий, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси, укрепленные неорганическими вяжущими, пескоцемент и грунтоцемент в части основания: | | | |
| верхней | F25 | F25 | F15 |
| нижней | F15 | F15 | F10 |
| Песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси | F25 | F15 | F15 |
| Мелкозернистый бетон, керамзитобетон, шлакобетон | F50 | F50 | F25 |

Примечание. К верхней части основания относятся слои, лежащие в пределах верхней половины глубины промерзания участков, к нижней части основания — лежащие в пределах нижней половины глубины промерзания, считая от поверхности покрытия.

**5.10.** Асфальтобетонные покрытия необходимо предусматривать из асфальтобетонных смесей, отвечающих ГОСТ 9128–84 и удовлетворяющих прочностным характеристикам, приведенным в обязательном приложении 9 (табл. 2).

**5.11.** Для искусственных оснований и термоизоляционных слоев следует применять мелкозернистый (песчаный) бетон, керамзитобетон и шлакобетон (с заполнителем из металлургического шлака), а также щебень, гравий, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси и другие местные материалы и грунты, обработанные и не обработанные вяжущими.

**5.12.** Материалы всех слоев искусственных оснований должны обладать морозостойкостью, соответствующей климатическим условиям района строительства. Требования к морозостойкости приведены в табл. 22.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ И ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ

### Общие указания

**5.13.** Выбор оптимальной конструкции аэродромных покрытий и искусственных оснований и определение их конструктивных слоев должны производиться на основе сравнения технико-экономических показателей вариантов проектных решений в соответствии с п. 1.4. При этом сборные покрытия из плит ПАГ-14 следует, как правило, применять для нормативных нагрузок не выше III категории, из плит ПАГ-18 — не выше II категории.

**5.14.** При необходимости строительства аэродромных одежд на участках местности с третьим типом гидрогеологических условий следует предусматривать соответствующие инженерные мероприятия (осушение, понижение уровня подземных вод, возведение насыпей и др.) для приведения имеющихся гидрогеологических условий к условиям местности второго типа.

### Жесткие аэродромные покрытия

**5.15.** Требуемую толщину монолитных цементобетонных слоев следует определять по расчету, но принимать не менее 16 см.

При усилении покрытий бетоном или армобетоном минимальную толщину слоя следует принимать равной 20 см.

**5.16.** Максимальную толщину однослойных жестких покрытий следует назначать исходя из технической возможности бетоноукладочных комплектов и принятой технологии строительства.

**5.17.** Толщина защитного слоя в монолитных железобетонных покрытиях должна быть не менее 40 мм для верхней арматуры и 30 мм — для нижней.

**5.18.** Армобетонные покрытия при толщине плит до 30 см следует армировать сетками из стержневой арматуры диаметром от 10 до 14 мм, при толщине плиты свыше 30 см — диаметром от 14 до 18 мм. Сетки надлежит располагать на расстоянии от поверхности, равном от $^1/_3$ до $^1/_2$ толщины плиты.

Процент продольного армирования плит (степень насыщения бетона арматурой) следует принимать от 0,10 до 0,15, а шаг стержней — от 15 до 40 см в зависимости от длины плиты и диаметра стержней арматуры.

Поперечное армирование — конструктивное; расстояние между поперечными стержнями следует принимать равным 40 см.

**5.19.** Для армирования железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой надлежит применять арматуру диаметром от 12 до 18 мм в виде сварных каркасов. Необходимую площадь сечения арматуры следует определять расчетом, при этом процент армирования должен быть не менее 0,25. Арматуру необходимо размещать в продольном и поперечном направлениях в верхней и нижней зонах сечения плиты в соответствии с величиной изгибающих моментов.

Расстояние между стержнями в зависимости от требуемой площади арматуры и принятого диаметра стержней следует принимать от 10 до 30 см.

**5.20.** Двухслойные покрытия разрешается проектировать с совмещением и несовмещением швов в слоях (с несовмещенными швами считаются покрытия, в которых продольные и поперечные швы в верхнем и нижнем слоях взаимно смещены более чем на $2t_{sup}$, где $t_{sup}$ — толщина верхнего слоя).

При проектировании покрытий с совмещенными швами следует предусматривать, как правило, взаимное смещение швов в обоих направлениях от 1,5 до $2{,}0t_{sup}$. В покрытиях с совмещенными швами жесткость нижнего слоя не должна превышать жесткость верхнего более чем в 2 раза.

**5.21.** Для двухслойных покрытий необходимо предусматривать разделительную прослойку между слоями, в качестве которой надлежит использовать пергамин, пленочные полимерные материалы, пескобитумный коврик и другие материалы. В покрытиях с несовмещенными швами рулонные материалы, образующие разделительную прослойку, следует укладывать в два слоя, в покрытиях с совмещенными швами — в один слой.

**5.22.** Участки обочин, примыкающие к покрытиям ИВПП, РД, МС и перронов, следует предусматривать с покрытиями, устойчивыми к воздействию газовых и воздушных струй от двигателей воздушных судов, а также возможных нагрузок от транспортных и эксплуатационных средств.

При устройстве обочин из асфальтобетона необходимо учитывать требования п. 5.36.

Толщину покрытия для укрепления обочин надлежит принимать по расчету, но не менее минимально допускаемой для материала данного конструктивного слоя.

**5.23.** Покрытия укрепленных участков концевых полос безопасности, примыкающих к торцам ИВПП, должны отвечать тем же требованиям, что и покрытия укрепленных обочин.

**5.24.** Между плитами жестких монолитных покрытий и искусственными основаниями следует предусматривать разделительные прослойки из битуминизированной бумаги, пергамина, пленочных полимерных материалов. Разделительные прослойки для сборных покрытий не предусматриваются.

При устройстве сборных покрытий из предварительно напряженных железобетонных плит, укладываемых на основания всех типов, кроме песчаного, следует предусматривать выравнивающую прослойку из пескоцементной смеси.

**5.25.** При проектировании искусственных оснований из крупнозернистых материалов, укладываемых непосредственно на глинистый и пылеватый грунты, должна быть предусмотрена противозаиливающая прослойка из материалов, не переходящих в пластическое состояние при увлажнении (песка, местного грунта, обработанного вяжущими, шлака и др.), которая исключала бы возможность проникания грунта основания при его увлажнении в слой крупнопористого материала.

Толщина противозаиливающей прослойки должна быть не менее размера наиболее крупных частиц используемого материала, но не менее 5 см.

**5.26.** Для местности с гидрогеологическими условиями второго типа, когда естественное основание сложено недренирующими грунтами (глинами, суглинками, суглинками и супесями пылеватыми), в конструкциях искусственных оснований следует предусматривать дренирующие слои из песков крупных и средней крупности с коэффициентом фильтрации не менее 7 м/сут и толщиной в соответствии с табл. 23.

Таблица 23

| Грунт естественного основания | Минимальная толщина, см, дренирующего слоя для дорожно-климатических зон | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV |
| Глина, суглинок | 35 | 30/35 | 20/25 | 15 |
| Суглинок и супесь пылеватые | 50 | 40/50 | 30/35 | 15/20 |

Примечание. Толщину слоя, указанную перед чертой, следует принимать для районов, расположенных в южной части дорожно-климатической зоны, после черты — в северной части.

### Деформационные швы в жестких аэродромных покрытиях

**5.27.** Жесткие аэродромные покрытия следует расчленять на отдельные плиты деформационными швами. Размеры плит должны устанавливаться в зависимости от местных климатических условий, а также в соответствии с намеченной технологией производства строительных работ.

**5.28.** Расстояния между деформационными швами не должны превышать, м, для монолитных покрытий:

бетонных толщиной менее 30 см . . . . . 5
„ „ 30 см и более . . . . . 7,5
железобетонных . . . . . 20
армобетонных при годовой амплитуде среднесуточных температур, °С:
45 и выше . . . . . 10
менее 45 . . . . . 15

Для аэродромов, располагаемых в районах со сложными инженерно-геологическими условиями, размеры армобетонных и железобетонных плит следует принимать не более 10 м.

В монолитных покрытиях продольные технологические швы необходимо использовать в качестве деформационных.

Для смежных полос покрытия следует предусматривать совмещение поперечных швов.

Примечания: 1. Годовую амплитуду среднесуточных температур надлежит вычислять как разницу средних температур воздуха наиболее жаркого и наиболее холодного месяцев, определяемых в соответствии с требованиями СНиП 2.01.01-82.

2. К технологическим относятся швы, устройство которых обусловливается шириной захвата бетоноукладочных машин и возможными перерывами в строительном процессе.

**5.29.** Для сборных покрытий из предварительно напряженных плит со стыковыми соединениями, препятствующими горизонтальной подвижке плит, необходимо предусматривать деформационные швы.

Расстояния, м, между поперечными деформационными швами, а также между продольными деформационными швами на перронах и МС не должны превышать при годовой амплитуде среднемесячных температур, °С:

| | |
|---|---|
| св. 45 | 12 |
| от 30 до 45 | 18 |
| менее 30 | 24 |

Продольные деформационные швы в сборных покрытиях ИВПП и РД предусматривать не следует.

**5.30.** Расстояние между деформационными швами в нижнем бетонном слое двухслойных покрытий не должно превышать 10 м.

**5.31.** В деформационных швах однослойных покрытий необходимо предусматривать устройство соединений, обеспечивающих передачу нагрузки с одной плиты на другую, и возможность взаимного горизонтального смещения плит в направлении, перпендикулярном шву. Вместо устройства стыковых соединений допускается предусматривать усиление краевых участков плит армированием или утолщением либо применять подшовные плиты.

**5.32.** Двухслойные покрытия с совмещенными швами следует, как правило, проектировать с устройством стыковых соединений в продольных и поперечных швах. Стыковые соединения необходимо устраивать только в верхнем слое, но параметры их принимать как для однослойной плиты, имеющей жесткость, равную суммарной жесткости слоев.

**5.33.** В двухслойных покрытиях с несовмещенными швами стыковые соединения следует предусматривать только в поперечных технологических (рабочих) швах.

В нижней зоне плит верхнего слоя надлежит предусматривать краевое армирование.

### Нежесткие аэродромные покрытия

**5.34.** Нежесткие аэродромные покрытия совместно с искусственными основаниями необходимо проектировать многослойными, обеспечивая, как правило, плавный переход от менее деформативных верхних слоев к более деформативным нижним.

**5.35.** Минимально допускаемую толщину конструктивных слоев (в уплотненном состоянии) нежестких покрытий и искусственных оснований следует принимать согласно табл. 24. При этом толщина конструктивного слоя должна быть во всех случаях не меньше чем 1,5 размера наиболее крупной фракции применяемого в слое минерального материала.

Таблица 24

| Материал конструктивного слоя нежесткого покрытия и искусственного основания | Минимальная толщина слоя, см |
|---|---|
| Асфальтобетон при внутреннем давлении воздуха в пневматиках колес воздушных судов, МПа (кгс/см$^2$): | |
| менее 0,6 (6) | 5 |
| от 0,6 (6) до 0,7 (7) | 7 |
| св. 0,7 (7) „ 1,0 (10) | 9 |
| св. 1,0 (10) | 12 |
| Щебень, гравий, грунты, обработанные органическими вяжущими | 8 |
| Щебень, обработанный органическими вяжущими по способам: | |
| пропитки | 8 |
| полупропитки | 4 |
| Грунты и малопрочные каменные материалы, обработанные минеральными вяжущими | 15 |
| Щебень или гравий, не обработанные вяжущими и укладываемые на песчаном основании | 15 |
| Щебень, не обработанный вяжущими и укладываемый на прочном (каменном или укрепленном вяжущими грунтовом) основании | 8 |

**5.36.** Устройство верхних слоев асфальтобетонного покрытия следует предусматривать из плотных асфальтобетонных смесей, нижних слоев — из плотных или пористых асфальтобетонных смесей.

Вид, марку и тип асфальтобетонных смесей для верхних слоев покрытия, а также соответствующую марку битума надлежит принимать по ГОСТ 9128—84 в зависимости от категории нормативной нагрузки, элементов аэродрома (вертодрома) и дорожно-климатической зоны.

Под нагрузки IV нормативной категории и выше асфальтобетонные покрытия следует устраивать на основаниях из материалов, обработанных вяжущими.

Асфальтобетонные покрытия не допускается устраивать на участках, воспринимающих длительное (свыше 3—4 мин) воздействие газовой струи от реактивных двигателей воздушных судов, где температура на поверхности покрытия превышает 100 °С, а скорость газового потока 50 м/с и выше.

### Усиление существующих покрытий при реконструкции аэродромов

**5.37.** Необходимость и методы усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов следует определять с учетом устанавливаемого класса аэродрома и категории нормативной нагрузки, а также в зависимости от состояния существующего покрытия, естественного и искусственного оснований и водосточно-дренажной сети, местных гидрогеологических условий, характеристик материалов существующего покрытия и основания, высотного положения поверхности покрытия.

**5.38.** Категорию разрушения существующих жестких покрытий следует устанавливать в соответствии с табл. 25.

Таблица 25

| Категория разрушения плит существующих жестких покрытий | Число плит, %, имеющих | | | |
|---|---|---|---|---|
| | шелушение глубиной св. 1 см | отколы кромок в местах швов | сквозные трещины (продольные или поперечные) | отколы углов, диагональные сквозные трещины наряду со сквозными продольными и поперечными |
| I | Менее 10 | — | — | — |
| II | От 10 до 30 | Менее 30 | Менее 20 | — |
| III | Св. 30 | 30 и более | От 20 до 30 | Менее 20 |
| IV | Не нормируется | | Св. 30 | 20 и более |

Примечания: 1. Категорию разрушения устанавливают по признаку, дающему наиболее высокую категорию разрушения.

2. Сквозные трещины учитываются, если среднее расстояние между ними менее 5 м и они не допускаются расчетным предельным состоянием.

3. При определении процентного содержания разрушенных плит следует принимать: для ИВПП — среднюю полосу шириной, равной половине ширины ВПП по всей ее длине; для РД и других элементов покрытия — ряд плит, подвергающихся воздействию нагрузок от основных опор воздушных судов; для МС и перронов — всю рабочую площадь.

**5.39.** Проектом усиления покрытия следует предусматривать предварительное исправление основания и восстановление разрушенного покрытия, включая устройство выравнивающего слоя при уступах, выбоинах и других неровностях существующего покрытия свыше 2 см, а также восстановление и развитие водосточно-дренажной сети, в случае отсутствия сети — решить вопрос о необходимости ее устройства.

**5.40.** Монолитные бетонные и армобетонные покрытия следует усиливать монолитным бетоном, армобетоном, железобетоном и сборными предварительно напряженными железобетонными плитами или асфальтобетоном.

Монолитные железобетонные покрытия надлежит усиливать, как правило, монолитным железобетоном или асфальтобетоном.

Сборные покрытия из предварительно напряженных железобетонных плит необходимо усиливать сборными предварительно напряженными плитами или асфальтобетоном; усиливать их монолитным бетоном или армобетоном не допускается.

При усилении сборных покрытий сборными плитами швы слоя усиления по отношению к швам существующего покрытия необходимо смещать не менее чем на 0,5 м для продольных и на 1 м для поперечных швов.

При усилении жестких покрытий, построенных в неблагоприятных гидрогеологических условиях, монолитным бетоном или армобетоном размеры плит слоя усиления следует принимать согласно п. 5.28.

**5.41.** При усилении монолитных жестких покрытий монолитным бетоном, армобетоном или железобетоном должны удовлетворяться требования к двухслойным покрытиям, установленные в пп. 5.20, 5.32 и 5.33. При числе слоев более двух нижним следует считать слой, расположенный непосредственно под верхним.

При усилении жестких покрытий сборными предварительно напряженными железобетонными плитами между существующим покрытием и сборными плитами следует обязательно, независимо от ровности существующего покрытия, предусматривать устройство выравнивающего слоя из песчаного бетона или пескоцемента толщиной в среднем не менее 3 см; разделительную прослойку в этом случае не устраивают.

**5.42.** Общую минимальную толщину слоя (слоев) асфальтобетона при усилении жестких аэродромных покрытий следует принимать в соответствии с табл. 26. Для усиления жестких покрытий во всех слоях должны применяться только плотные асфальтобетонные смеси.

Таблица 26

| Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца, °С | Общая минимальная толщина асфальтобетонного слоя (слоев), см, усиления жестких покрытий участков аэродрома | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ИВПП, магистральной РД | | | остальных | | |
| | при категории нормативных нагрузок | | | | | |
| | в/к, I, II | III, IV | V, VI | в/к, I, II | III, IV | V, VI |
| Минус 5 и выше | 9 | 7 | 7 | 9 | 7 | 6 |
| Ниже минус 5 до минус 15 | 12 | 9 | 7 | 9 | 7 | 6 |
| Ниже минус 15 или число переходов температуры через 0 °С свыше 50 раз в году | 16 | 13 | 7 | 12 | 9 | 7 |

**5.43.** Усиление нежестких покрытий может быть выполнено нежесткими и жесткими покрытиями всех типов.

Усиление нежестких покрытий жесткими следует

производить по разделительной прослойке с устройством при необходимости выравнивающего слоя в соответствии с указаниями п. 5.39.

5.44. Армирование асфальтобетонного слоя усиления полимерными или стеклопластиковыми сетками (специально выпускаемыми для этой цели), располагаемыми под верхним слоем асфальтобетона, необходимо предусматривать для аэродромов классов А, Б и В на участках, имеющих большое число сквозных трещин.

При усилении жестких покрытий асфальтобетоном независимо от их состояния следует предусматривать армирование сетками слоя усиления:

в местах систематического запуска и опробования двигателей воздушных судов;

на участках примыкания РД к ИВПП;

в местах предварительного запуска двигателей по всей ширине магистральной РД с длиной армированного участка 20 м;

по всей ширине концевых участков ИВПП длиной 150 м;

по всей ширине групповых МС вдоль линии размещения основных опор и двигателей воздушных судов, включая зону воздействия газовой струи.

5.45. Проектом усиления существующих жестких аэродромных покрытий асфальтобетоном необходимо предусматривать мероприятия (армирование, нарезку деформационных швов) по снижению вероятности образования отраженных трещин в слое усиления.

Нарезка деформационных швов должна осуществляться над всеми швами расширения, над остальными швами следует предусматривать армирование асфальтобетона. При отсутствии швов расширения на существующем жестком покрытии расстояние между деформационными швами (шаг нарезки швов) принимать по табл. 27.

Таблица 27

| Среднемесячная температура воздуха наиболее холодного месяца, °С | Расстояние между деформационными швами, м |
|---|---|
| Минус 5 и выше | 25 – 35 |
| Ниже минус 5 до минус 15 | 15 – 25 |
| Ниже минус 15 или число переходов температуры через 0 °С более 50 раз в году | 10 – 15 |

Примечание. Расстояния между деформационными швами должны быть кратными длине плит существующего покрытия.

## РАСЧЕТ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

5.46. Аэродромные покрытия надлежит рассчитывать по методу предельных состояний на воздействие вертикальных нагрузок от воздушных судов как конструкции, лежащие на упругом основании.

Расчетными предельными состояниями жестких аэродромных покрытий являются для сечений:

бетонных и армобетонных — предельное состояние по прочности;

с ненапрягаемой арматурой — предельные состояния по прочности и раскрытию трещин;

с напрягаемой арматурой — предельное состояние по образованию трещин.

Расчетными предельными состояниями нежестких аэродромных покрытий являются для покрытий в составе одежд:

капитального типа — предельные состояния по относительному прогибу всей конструкции и по прочности слоев из асфальтобетона;

облегченного типа — предельное состояние по относительному прогибу всей конструкции.

5.47. Аэродромные покрытия следует рассчитывать на нормативные нагрузки, категории и параметры которых приведены в табл. 28 (для самолетов) и табл. 29 (для вертолетов).

Таблица 28

| Категория нормативной нагрузки для аэродромов | Нормативная нагрузка $F_n$ на основную (условную) опору самолета, кН (тс) | Внутреннее давление воздуха в пневматиках колес $p_a$, МПа (кгс/см$^2$) | Основная опора |
|---|---|---|---|
| В/к | 850 (85) | 1,0 (10) | Четырехколесная |
| I | 700 (70) | | |
| II | 550 (55) | | |
| III | 400 (40) | | |
| IV | 300 (30) | | |
| V | 80 (8) | 0,6 (6) | Одноколесная |
| VI | 50 (5) | 0,4 (4) | |

Примечания: 1. Расстояния между пневматиками четырехколесной опоры приняты равными 70 см между смежными колесами и 130 см — между рядами колес.

2. Нормативные нагрузки III и IV категорий допускается заменять нагрузками на одноколесную основную опору и принимать соответственно 170 кН (17 тс) и 120 кН (12 тс), а давление в пневматиках колес для нормативных нагрузок V и VI категорий равным 0,8 МПа (8 кгс/см$^2$).

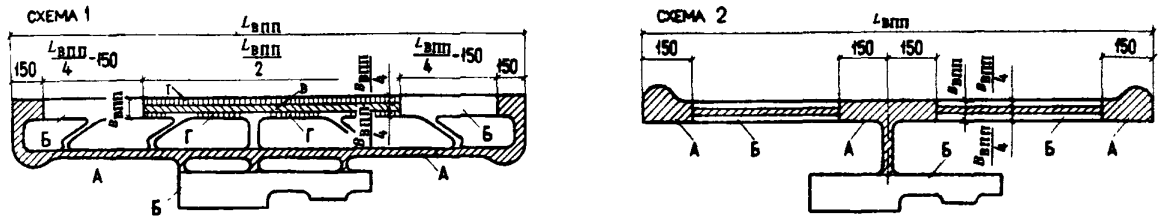
Таблица 29

| Категория вертолетов по взлетной массе | Нормативная нагрузка $F_n$ на основную (условную) опору, кН (тс) | Внутреннее давление воздуха в пневматиках колес $p_a$, МПа (кгс/см$^2$) |
|---|---|---|
| Тяжелые | 170 (17) | 0,7 (7) |
| Средние | 60 (6) | 0,6 (6) |
| Легкие | 20 (2) | 0,4 (4) |

Примечания: 1. Основная опора — одноколесная.

2. При назначении конструктивных требований к вертодромам и их элементам нагрузки тяжелых вертолетов (со взлетной массой св. 15 т) приравниваются к III категории нормативной нагрузки, средних (от 5 до 15 т) — к V категории, легких (менее 5 т) — к VI категории.

В соответствии с заданием на проектирование допускается рассчитывать аэродромные покрытия на воздействие вертикальных нагрузок от воздушного судна конкретного типа.




Черт. 1. Схемы деления покрытий аэродрома на группы участков

схема *1* — для аэродромов, на которых руление воздушных судов осуществляется по магистральной РД; схема *2* — для аэродромов, на которых руление осуществляется по ИВПП; *А* — магистральные РД; концевые участки ИВПП; средняя по ширине часть ИВПП, по которой осуществляется систематическое руление воздушных судов; *Б* — участки ИВПП, запроектированной по схеме *1*, примыкающие к концевым ее участкам; краевые по ширине участки в средней части ИВПП, запроектированной по схеме *2*; вспомогательные и соединительные РД; МС, перроны и другие аналогичные площадки для стоянки воздушных судов; *В* — средняя часть ИВПП, запроектированной по схеме *1*; *Г* — краевые по ширине участки в средней части ИВПП, запроектированной по схеме *1*, за исключением примыкающих к соединительным РД

**5.48.** Покрытия аэродромов по степени воздействия нагрузок воздушных судов и несущей способности надлежит подразделять на группы участков в соответствии с черт. 1. Приведенные на нем схемы допускается уточнять в зависимости от назначения и ведомственной принадлежности аэродромов, при этом участки покрытий, предназначаемые для систематического руления воздушных судов, следует относить к группе А.

**5.49.** При расчете аэродромных покрытий на прочность коэффициенты динамичности $k_d$ и разгрузки $\gamma_f$ (учитывающий движение по покрытию воздушных судов с большими скоростями) для всех групп участков аэродрома следует принимать в соответствии с табл. 30.

Таблица 30

| Группа участков аэродромных покрытий | Коэффициент разгрузки $\gamma_f$ | Коэффициент динамичности $k_d$ при внутреннем давлении воздуха в пневматиках колес, МПа (кгс/см$^2$) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1,0 (10) и менее | св. 1,0 (10) до 1,5 (15) | св. 1,5 (15) |
| А | 1 | 1,2 | 1,25 | 1,3 |
| Б | 1 | 1,1 | 1,15 | 1,2 |
| В и Г | 0,85 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |

Примечание. При расчете нежестких покрытий для всех участков и давлений воздуха в пневматиках колес коэффициент динамичности принимают равным 1,1.

**5.50.** Расчет на прочность покрытий вертодромов следует выполнять в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе для участков группы А (см. черт. 1).

Конструкции (фермы, балки, прогоны и др.) вертолетных взлетно-посадочных площадок, располагаемых на буровых платформах, зданиях и других сооружениях, следует рассчитывать на сосредоточенную нагрузку от максимальной взлетной массы вертолета с коэффициентом перегрузки 1,5.

### Расчет жестких аэродромных покрытий

**5.51.** При расчете жестких аэродромных покрытий по прочности и образованию трещин должно удовлетворяться условие

$$m_d \leqslant m_u, \qquad (10)$$

где $m_d$ — расчетный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с п. 5.52;

$m_u$ — предельный изгибающий момент в рассматриваемом сечении плиты покрытия, определяемый в соответствии с п. 5.54.

**5.52.** Расчетные значения изгибающих моментов $m_d$, кН · м/м, на единицу ширины сечения однослойных жестких покрытий всех типов следует определять по формуле

$$m_d = m_{c,\,max} k k_N k_{x(y)}, \qquad (11)$$

где $m_{c,max}$ — максимальный изгибающий момент при центральном загружении плиты, кН · м/м, который вычисляется как наибольший суммарный момент, создаваемый колесами опоры воздушного судна в расчетных сечениях плиты, перпендикулярных осям $x$ или $y$ (черт. 2), при этом должны исключаться ряды колес, дающие в сумме отрицательное значение изгибающего момента в расчетном сечении:

$$m_{c,\,max} = m_1 + \sum_{i=2}^{n_k} m_{x(y)i};$$

$k$ — переходный коэффициент от изгибающего момента при центральном загружении к моменту при краевом загружении плиты, принимаемый равным: для бетонных и армобетонных покрытий со стыковыми соединениями или конструктивным краевым армированием — 1,2; для бетонных и армобетонных покрытий, устраиваемых без стыковых соединений и краевого армирования плит, — 1,5; для сборных покрытий из пред-

варительно напряженных железобетонных плит — 1,0; для железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой — по черт. 1 обязательного приложения 10;

$k_N$ — коэффициент, учитывающий накопление остаточных прогибов в основании из материалов, не обработанных вяжущими, и принимаемый равным 1,1 для участков группы А и перронов; для оснований из материалов, обработанных вяжущими, а также для участков групп Б (кроме перронов), В и Г независимо от вида оснований следует принимать $k_N = 1{,}0$;

$k_{x(y)}$ — коэффициент, учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах покрытий с различной жесткостью $B_x$ и $B_y$ в продольном и поперечном направлениях и принимаемый по графику черт. 2 обязательного приложения 10; для бетонных, армобетонных и железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой $k_{x(y)} = 1$;

$m_1$ — изгибающий момент от действия колеса, центр отпечатка которого совпадает с расчетным сечением, кН · м/м:

$$m_1 = F_d f(\alpha) ;$$

$n_k$ — число колес на опоре;

$m_{x(y)i}$ — изгибающий момент, создаваемый действием $i$-го колеса, расположенного за пределами расчетного сечения плиты, к Н · м/м:

$$m_{x(y)i} = \bar{m}_{x(y)i} F_d ;$$

$F_d$ — расчетная нагрузка на колесо, кН:

$$F_d = \frac{F_n}{n_k} k_d \gamma_f;$$

$f(\alpha)$ — функция, значение которой приведено в табл. 1 обязательного приложения 10:

$$f(\alpha) = f\frac{R_e}{l};$$

$R_e$ — радиус круга, равновеликого площади отпечатка пневматика колеса, м:

$$R_e = \sqrt{\frac{F_d}{\pi p_a}};$$

$p_a$ — внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, МПа;

$l$ — упругая характеристика плиты, м:

$$l = \sqrt[4]{\frac{B}{K_s}};$$

$F_n$ — нормативная нагрузка на основную опору расчетного воздушного судна, кН;

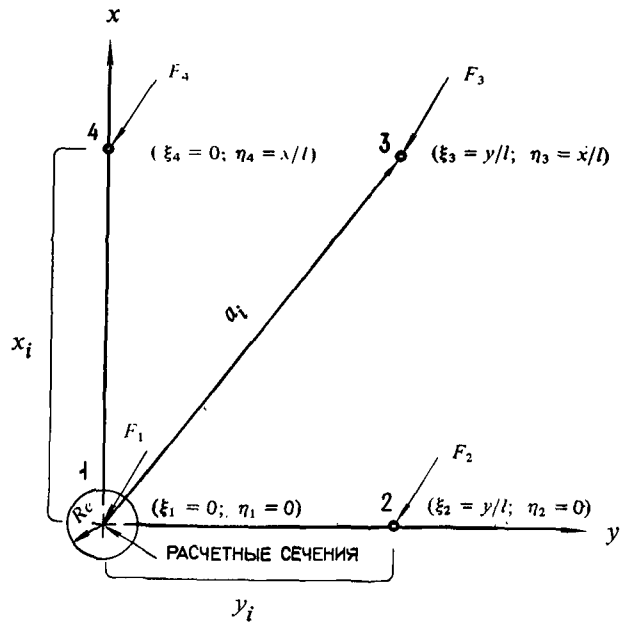
$k_d$, $\gamma_f$ — коэффициенты соответственно динамичности и разгрузки, определяемые по табл. 30;

$K_s$ — расчетный коэффициент постели однородного грунтового основания, МН/м$^3$, определяемый в соответствии с обязательным приложением 4. Для многослойного грунтового основания, а также для искусственного основания, не обработанного вяжущим, в расчет вводится значение эквивалентного коэффициента постели $K_{se}$, определяемого по обязательному приложению 5;

$\bar{m}_{xi}$, $\bar{m}_{yi}$ — единичные изгибающие моменты, действующие в расчетном сечении плиты, от воздействия $i$-го колеса опоры воздушного судна, определяемые по табл. 2 обязательного приложения 10 в зависимости от координат $\xi = \frac{y_i}{l}$ и $\eta = \frac{x_i}{l}$, где $y_i$, $x_i$ — координаты приложения силы $F_0$, считая за начало координат пересечение рассматриваемых сечений (см. черт. 2);

$B$ — жесткость сечения плиты покрытия, кН · м$^2$/м, отнесенная к единице ширины ее сечения и определяемая в соответствии с п. 5.53.

Примечание. Для многоколесных опор необходимо путем пробных расчетов найти колесо, под центром отпечатка которого возникает максимальный изгибающий момент.




Черт. 2. Расчетная схема параметров загружения опор воздушного судна

**5.53.** Жесткость сечений плит покрытия $B$ надлежит определять на единицу ширины сечения по формулам:

для сечений бетонных, армобетонных и предварительно напряженных железобетонных плит

$$B = 0{,}085 E_b t^3; \qquad (12)$$

для сечений железобетонных плит с ненапрягаемой арматурой

$$B = \frac{E_s A_s}{\psi_b} \left(h_0 - \frac{x}{3}\right)(h_0 - x), \qquad (13)$$

где $E_s$ – модуль упругости арматуры, МПа, принимаемый согласно СНиП 2.03.01-84;

$E_b$ – начальный модуль упругости бетона, МПа, принимаемый по табл. 1 обязательного приложения 9;

$A_s$ – площадь сечения растянутой арматуры на единицу ширины сечения плиты, м$^2$/м;

$\psi_b$ – коэффициент, учитывающий работу бетона между трещинами в растянутой зоне и принимаемый равным при расчете по прочности – 0,2, по раскрытию трещин – 1;

$h_0$ – рабочая высота сечения (расстояние от сжатой грани сечения до центра тяжести растянутой арматуры), м.

$$h_0 = t - t_{pr} - d;$$

$t$ – толщина плиты, м;

$x$ – высота сжатой зоны бетона в сечении, м:

$$x = (-\theta_0 + \sqrt{\theta_0^2 + 2\theta})\, h_0;$$

$$\theta_0 = \frac{E_s}{E_b} \frac{\psi_c}{\psi_b} \mu;$$

$d$ – номинальный диаметр арматурных стержней, м;

$\psi_c$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения деформаций крайнего волокна сжатой зоны сечения на участке между трещинами и принимаемый в зависимости от отношения шага арматуры $l_s$, параллельной рассматриваемому сечению, к толщине плиты $t$:

| $\frac{l_s}{t}$ | 0,5 | 0,75 | 1 | 1,25 | 1,5 и более |
|---|---|---|---|---|---|
| $\psi_c$ | 0,79 | 0,67 | 0,59 | 0,53 | 0,48 |

Для сечений с ненапрягаемой арматурой в предварительно напряженных плитах коэффициент $\psi_c$ следует принимать равным 0,6;

$\mu$ – коэффициент армирования:

$$\mu = \frac{A_s}{h_0};$$

$t_{pr}$ – толщина защитного слоя, м.

**5.54.** Предельный изгибающий момент $m_u$, кН · м/м, на единицу ширины сечения следует определять по формулам:

для бетонных и армобетонных покрытий

$$m_u = \gamma_c R_{btb} \frac{t^2}{6} k_u; \qquad (14)$$

для железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой

$$m_u = \gamma_c A_s R_s \left(h_0 - \frac{x}{3}\right); \qquad (15)$$

для железобетонных предварительно напряженных плит

$$m_u = \gamma_c \left(R_{btb,\,ser} \frac{t^2}{6} k_u + m_r\right), \qquad (16)$$

где $\gamma_c$ – коэффициент условий работы покрытий, принимаемый по табл. 31;

$R_{btb}, R_{btb,\,ser}$ – расчетные сопротивления бетона растяжению при изгибе, МПа, принимаемые по табл. 1 обязательного приложения 9;

$R_s$ – расчетное сопротивление арматуры растяжению, МПа;

$k_u$ – коэффициент, учитывающий число приложений колесных нагрузок воздушных судов за проектный срок службы покрытия, определяемый по графику черт. 3 обязательного приложения 10. Проектный срок службы жестких покрытий в расчете следует принимать равным 20 годам;

$m_r$ – момент, кН · м/м, равнодействующей усилий $N_F$ в нижней и верхней напрягаемой арматуре на единицу ширины сечения относительно оси, проходящей через ядровую точку, наиболее удаленную от зоны сечения, трещинообразование которой проверяют; $m_r$ определяют по СНиП 2.03.01-84.

**5.55.** Расчетное число приложений нагрузки $U_d$ следует определять по формуле

$$U_d = \sum_{i=1}^{n_j} U_{ei}, \qquad (17)$$

где $U_{ei}$ – эквивалентное число приложений нагрузки от опоры $i$-го воздушного судна, приведенное к приложению нагрузки от опоры расчетного воздушного судна и определяемое по графику черт. 4 обязательного приложения 10:

$$U_{ei} = f\left(U; \frac{m_{ci}}{m_{cd}}\right);$$

$n_j$ – число учитываемых типов воздушных судов;

$m_{ci}, m_{cd}$ – центральные моменты соответственно от нагрузок $i$-го и расчетного воздушных судов, определяемые в соответствии с п. 5.52;

$U_i = n_a N_i$ – число приложений нагрузки от опоры $i$-го воздушного судна;

$n_a$ – число осей на основной опоре воздушного судна;

$N_i$ – число взлетов воздушного судна за проектный срок службы покрытия.

Расчетное число приложений нагрузки допускается определять по формуле

$$U = \sum_{i=1}^{n_j} k_n n_a N_i , \qquad (18)$$

где $k_n$ – коэффициент приведения, принимаемый по графику черт. 5 обязательного приложения 10 в зависимости от отношения расчетной нагрузки на колесо $F_{di}$ $i$-го воздушного судна к наибольшей для данного аэродрома расчетной нагрузке на колесо $F_{max}$. Значения $F_{di}$ и $F_{max}$ вычисляют по п. 5.52 аналогично $F_d$, подставляя соответствующие расчетные характеристики.

$a_c$ – расстояние между трещинами, м;

$$a_c = k_c \frac{A_s}{U_s} \frac{E_s}{E_b} \eta_1 ;$$

$U_s$ – периметр сечения арматуры, приходящейся на единицу ширины сечения плиты, м;

$$k_c = \frac{t^2 E_b}{3{,}5 A_s \left(h_0 - \frac{x}{3}\right) E_s} - 2 ;$$

$\eta_1$ – коэффициент, принимаемый равным: для стержневой арматуры периодического профиля – 0,7; для сварных сеток из холоднотянутой проволоки – 1,25.

**5.58.** При расчете двухслойных покрытий должно удовлетворяться условие (10) для плит верхнего и нижнего слоев.

Предельный изгибающий момент $m_u$ определяют по формуле (14), при этом предельный изгибающий момент в плитах нижнего слоя, вычисленный по этой формуле, следует умножать на поправочный коэффициент $k_m$, определяемый по графику черт. 6 обязательного приложения 10.

Таблица 31

| Аэродромные покрытия | Коэффициент $\gamma_c$ условий работы жестких покрытий при расположении аэродромов | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | севернее 50° северной широты | | | между 43 и 50° северной широты | | | южнее 43° северной широты | | |
| | для групп участков | | | | | | | | |
| | А | Б, В | Г | А | Б, В | Г | А | Б, В | Г |
| Бетонные | 0,80 | 0,90 | 1,10 | 0,75 | 0,85 | 1,05 | 0,70 | 0,80 | 1,00 |
| Армобетонные | 0,90 | 1,00 | 1,20 | 0,85 | 0,95 | 1,15 | 0,80 | 0,90 | 1,10 |
| Железобетонные с ненапрягаемой арматурой | 1,00 | 1,00 | 1,30 | 0,95 | 0,95 | 1,25 | 0,90 | 0,90 | 1,20 |
| Из сборных железобетонных предварительно напряженных плит | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,20 | 1,30 | 1,40 | 1,20 | 1,30 | 1,40 |

**5.56.** При расчете железобетонных покрытий с ненапрягаемой арматурой по раскрытию трещин надлежит выполнять условие

$$a_{crc} \leqslant 0{,}3 , \qquad (19)$$

где $a_{crc}$ – ширина раскрытия трещин в расчетном сечении плиты, мм, определяемая в соответствии с п. 5.57.

**5.57.** Ширину раскрытия трещин $a_{crc}$, мм, в расчетном сечении плиты, армированной ненапрягаемой арматурой, следует определять по формуле

$$a_{crc} = 1000 \frac{\sigma_s}{E_s} a_c , \qquad (20)$$

где $\sigma_s$ – величина напряжения в растянутой арматуре, МПа:

$$\sigma_s = \frac{m_d}{A_s \left(h_0 - \frac{x}{3}\right)} ;$$

Расчетные изгибающие моменты в плитах верхнего и нижнего слоев двухслойного покрытия $m_{d,sup\,(inf)}$, кН · м/м, на единицу ширины сечения плиты следует определять по формулам:

в плитах верхнего слоя покрытий с совмещенными швами

$$m_{d,\,sup} = \frac{k' m_{c,\,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}} ; \qquad (21)$$

в плитах нижнего слоя покрытий с совмещенными швами

$$m_{d,\,inf} = k' m_{c,\,max} - m_{d,\,sup} ; \qquad (22)$$

в плитах верхнего слоя покрытий с несовмещенными швами

$$m_{d,\,sup} = \frac{k_1 m_{c,\,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}} \qquad (23)$$

в плитах нижнего слоя покрытий с несовмещенными швами

$$m_{d,\,inf} = \frac{m_{c,\,max}}{1 + \dfrac{B_{sup}}{B_{inf}}}, \qquad (24)$$

где $m_{c,max}$ – максимальный изгибающий момент, кН · м/м, при центральном загружении однослойной плиты жесткостью $B_{inf} + B_{sup}$, вычисляемый согласно п. 5.52;

$B_{sup}$, $B_{inf}$ – жесткость плит соответственно верхнего и нижнего слоев, отнесенная к единицам ширины их сечений и вычисляемая согласно п. 5.53;

$k'$ – коэффициент, принимаемый равным: 1,5 – при отсутствии стыковых соединений в верхнем и нижнем слоях; 1,4 – при устройстве стыковых соединений только в нижнем слое; 1,2 – при устройстве стыковых соединений в верхнем и нижнем слоях или только в верхнем слое, но с параметрами, принятыми по толщине покрытия, вычисленной по суммарной жесткости слоев;

$k_1$ – коэффициент, учитывающий концентрацию изгибающих моментов в верхнем слое двухслойного покрытия над краями и углами плит нижнего слоя, принимаемый равным:

| $\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$ | $k_1$ | $\frac{B_{inf}}{B_{sup}}$ | $k_1$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 1,20 | 4 | 2,00 |
| 0,15 | 1,04 | 5 | 2,25 |
| 1 | 1,25 | 6 | 2,50 |
| 2 | 1,50 | 7 | 2,75 |
| 3 | 1,75 | 8 | 3,00 |

**5.59.** Расчет толщины искусственных оснований следует производить в соответствии с рекомендуемым приложением 5, если слой основания предусматривают из неукрепленных материалов, и в соответствии с рекомендуемым приложением 11, если слой основания предусматривают из материалов, укрепленных вяжущими.

### Расчет нежестких аэродромных покрытий

**5.60.** При расчете нежестких аэродромных покрытий по предельному относительному прогибу всей конструкции должно удовлетворяться условие

$$\lambda_d \leqslant \gamma_c \lambda_u, \qquad (25)$$

где $\lambda_d$ – расчетный относительный прогиб покрытия от нагрузки, определяемый в соответствии с п. 5.61;

$\gamma_c$ – коэффициент условий работы, принимаемый для групп участков аэродромных покрытий (см. черт. 2): А – 1; Б и В – 1,05; Г – 1,1;

$\lambda_u$ – предельный относительный прогиб покрытия, определяемый в соответствии с п. 5.62.

Если в результате расчета общая толщина нежесткой конструкции превышает 50 см, модули упругости связных грунтов, равные 24 МПа (240 кгс/см$^2$) и менее, следует повысить: на 5 % – при толщине конструкции от 51 до 75 см, 10 – при толщине от 76 до 100 см, 15 – при толщине от 101 до 125 см и на 20 % – при толщине свыше 125 см.

**5.61.** Расчетный относительный прогиб покрытия от нагрузки определяют по формуле

$$\lambda_d = 0{,}9\,\frac{p_a}{E_{ed}}, \qquad (26)$$

где $p_a$ – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, МПа;

$E_{ed}$ – эквивалентный модуль упругости нежесткой конструкции, включая грунтовое основание, МПа:

$$E_{ed} = E_{mt}\,\psi_k;$$

$E_{mt}$ – средний модуль упругости, МПа, многослойной конструкции (включая покрытие, искусственное основание и насыпь ) из $n$ слоев в пределах сжимаемой толщи:

$$E_{mt} = \frac{E_1 t_1 + E_2 t_2 + \ldots + E_n t_n}{t_{tot}};$$

$\psi_k$ – коэффициент, определяемый по номограмме черт. 7 обязательного приложения 10:

$$\psi_k = f\left(\frac{E}{E_{mt}};\ \frac{t_{tot}}{D_e}\right);$$

$E_1, E_2, \ldots, E_n$ – расчетные модули упругости отдельных конструктивных слоев, МПа;

$t_1, t_2, \ldots, t_n$ – толщина отдельных конструктивных слоев, м;

$t_{tot}$ – суммарная толщина конструктивных слоев, м;

$E$ – модуль упругости грунта естественного основания, МПа;

$D_e$ – диаметр круга, м, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, определяемый в соответствии с п. 5.64.

**5.62.** Предельный относительный прогиб покрытия $\lambda_u$ принимают по графикам черт. 8 обязательного приложения 10 в зависимости от вида грунта, давления воздуха в пневматиках колес и приведенной повторяемости приложения нагрузки $N_r$, вычисляемой в соответствии с п. 5.65.

Величины предельных относительных прогибов, принимаемые по черт. 8 обязательного приложе-

ния 10, следует увеличивать на 20 % для покрытий облегченного типа из прочных каменных материалов подобранного состава, обработанных органическими или минеральными вяжущими.

**5.63.** Прочность асфальтобетонных слоев нежесткой конструкции аэродромного покрытия должна удовлетворять условию

$$\sigma_r \leqslant \gamma_c R_d , \qquad (27)$$

где $\sigma_r$ – наибольшее растягивающее напряжение при изгибе в рассматриваемом слое от расчетной нагрузки, МПа:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r p_a ;$$

$\gamma_c$ – коэффициент условий работы для асфальтобетона, принимаемый равным для групп участков аэродромных покрытий: А – 1; Б и В – 1,1; Г – 1,2;

$R_d$ – расчетное сопротивление растяжению при изгибе асфальтобетона, МПа, принимаемое согласно табл. 2 обязательного приложения 9;

$\bar{\sigma}_r$ – удельное растягивающее напряжение при изгибе, определяемое по номограмме черт. 9 обязательного приложения 10:

$$\bar{\sigma}_r = f\left(\frac{E_{ab}}{E_e}; \frac{t_{ab}}{D_{e1}}\right);$$

$E_{ab}$ – средний модуль упругости асфальтобетонных слоев, МПа, вычисляемый аналогично $E_{mt}$ (см. п. 5.61);

$E_e$ – эквивалентный модуль упругости основания под асфальтобетоном, включая грунтовое основание, МПа:

$$E_e = E_m \psi_k;$$

$E_m$ – средний модуль упругости слоев оснований под асфальтобетоном (без учета грунтового основания), МПа, определяемый согласно п. 5.61;

$\psi_k$ – коэффициент, определяемый по номограмме черт. 7 обязательного приложения 10, принимая вместо величин $E_{mt}$ и $E_{ed}$ соответственно величины $E_m$ и $E_e$:

$$\psi_k = f\left(\frac{E}{E_m}; \frac{t_{tot}}{D_e}\right);$$

$D_{e1}$ – диаметр круга, м, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки для асфальтобетонного слоя (слоев), определяемый в соответствии с п. 5.64.

При расчете прочности двух- или трехслойного асфальтобетонного покрытия следует рассчитывать на растяжение при изгибе только нижний слой, предварительно приведя многослойный асфальтобетон к однослойному со средним модулем упругости $E_{ab}$.

**5.64.** Диаметр круга, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, вычисляют по формуле

$$D_{ei} = 2\sqrt{\frac{F_e}{\pi p_a}}, \qquad (28)$$

где $F_e$ – одноколесная эквивалентная нагрузка, кН, заменяющая силовое воздействие многоколесной опорной нагрузки, которую принимают равной $F_d$ при $t_{tot} \leqslant \frac{a}{2}$, $F_n$ при $t_{tot} \geqslant 2a_d$, а в остальных случаях определяют по формуле

$$F_e = \text{antilg}\left(\frac{\lg n_k}{\lg \frac{4a_d}{a}} \lg \frac{2t_{tot}}{a} + \lg F_d\right);$$

$F_d$, $n_k$ – см. п. 5.52;

$p_a$, $F_n$ – см. п. 5.47;

$a$ – минимальное расстояние между ближайшими колесами главной опоры в свету, м:

$$a = a_r - 2\sqrt{\frac{F_d}{1{,}4\pi p_a}};$$

$a_r$, $a_d$ – соответственно расстояние между осями ближайших колес в опоре и максимальное расстояние между колесами в главной опоре, м, принимаемые по черт. 10 обязательного приложения 10 в зависимости от схемы расстановки колес в опоре;

$t_{tot}$ – суммарная толщина слоев нежесткой конструкции, м, для которых определяется $F_e$ ($t_{tot}$ принимают равной общей толщине конструкции при расчете прочности по предельному относительному прогибу и суммарной толщине асфальтобетонных слоев при расчете их прочности на растяжение при изгибе).

**5.65.** При расчете прочности покрытия воздействие нагрузок от различных типов воздушных судов следует приводить к эквивалентному воздействию расчетной нагрузки через приведенную повторяемость приложения нагрузки $N_r$. При этом надлежит учитывать только те воздушные суда, у которых нагрузки на главную опору больше или равны половине величины нагрузки на главную опору расчетного воздушного судна.

Значение $N_r$ определяют по формуле

$$N_r = \sum_{i=1}^{n_j} N_i n_a k_n , \qquad (29)$$

где $N_i$ – среднесуточное число взлетов $i$-го воздушного судна, принимаемое для последнего года проектного срока службы покрытия, равного 10 годам для капитальных и 5 годам – для облегченных покрытий;

$n_j$ – число типов воздушных судов, включая расчетное;

$n_a$ — число осей в расчетной опоре; в расчете прочности по предельному относительному прогибу принимают $n_a = 1$;

$k_n$ — коэффициент приведения нагрузок, определяемый по графикам черт. 11 обязательного приложения 10 в зависимости от отношений $\frac{D_{ei}}{D_{ed}}$ и $\frac{p_{ai}}{p_d}$;

$D_{ei}$, $D_{ed}$ — диаметры кругов, равновеликих площадям отпечатков эквивалентных одноколесных нагрузок, соответственно $i$-го и расчетного воздушных судов. Значения $D_{ei}$ и $D_{ed}$ определяют по формуле (28) отдельно при расчете асфальтобетонных слоев на растяжение при изгибе и при расчете прочности конструкции по предельному относительному прогибу;

$p_{ai}$, $p_d$ — внутреннее давление воздуха в пневматиках колес соответственно $i$-го и расчетного воздушных судов.

### Расчет усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов

**5.66.** При расчете жесткого слоя усиления жестких аэродромных покрытий должно выполняться условие

$$m_{d,\,sup} \leqslant m_{u,\,sup}, \qquad (30)$$

где $m_{d,\,sup}$, $m_{u,\,sup}$ — соответственно расчетный и предельный изгибающие моменты в верхнем слое (слое усиления) на единицу ширины сечения.

**5.67.** Расчетные изгибающие моменты $m_{d,\,sup}$ в слое усиления определяют по формулам:

при усилении сборных предварительно напряженных и монолитных бетонных и армобетонных покрытий сборными предварительно напряженными железобетонными плитами

$$m_{d,\,sup} = \frac{k_x k_1 m_{c,\,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}; \qquad (31)$$

при усилении существующего железобетонного покрытия слоем из монолитного железобетона

$$m_{d,\,sup} = \frac{k_1 k m_{c,\,max}}{1 + \frac{B_{inf}}{B_{sup}}}, \qquad (32)$$

где $m_{c,\,max}$ — наибольший изгибающий момент, кН · м/м, в бесконечной плите с суммарной жесткостью, определяемой по п. 5.52;

$k_1$ — коэффициент, определяемый по п. 5.59;

$k_x$ — коэффициент, учитывающий перераспределение внутренних усилий в ортотропных плитах и принимаемый по графику черт. 2 обязательного приложения 10;

$B_{inf}$, $B_{sup}$ — жесткость соответственно нижнего (существующего) и верхнего слоев покрытия, определяемая для средней зоны плит;

$k$ — коэффициент, определяемый по черт. 1 обязательного приложения 10.

При усилении монолитного железобетонного покрытия слоем из монолитного бетона или армобетона существующее железобетонное покрытие следует при расчете учитывать как армобетонное.

При усилении монолитных бетонных или армобетонных покрытий слоем из монолитного бетона или армобетона необходимо руководствоваться указаниями п. 5.58 по расчету двухслойных покрытий с несовмещенными швами.

**5.68.** При определении жесткости и предельного изгибающего момента бетонных и армобетонных слоев усиления покрытий расчетную толщину их $t_{pd}$ следует принимать в зависимости от категории разрушения, устанавливаемой по табл. 25, и толщины $t_{ex}$ существующего покрытия при категории разрушения:

I . . . . . $t_{pd} = t_{ex}$
II . . . . . $t_{pd} = 0{,}9t_{ex}$
III . . . . . $t_{pd} = 0{,}8t_{ex}$

Существующие жесткие покрытия IV категории разрушения в расчете надлежит учитывать как искусственные основания с коэффициентом постели $K_s = 600$ МПа/м$^3$ (60 кгс/см$^3$).

**5.69.** Толщину слоя асфальтобетона $t_{ab}$, необходимого для усиления существующего жесткого покрытия, следует определять по формуле

$$t_{ab} = \sqrt[3]{\frac{E_b}{E_{ab}}}\,(t_{en} - t_{ed}) \geqslant t_{ab,\,min}, \qquad (33)$$

где $t_{en}$ — требуемая для заданной расчетной нагрузки толщина однослойного бетонного покрытия, м;

$t_{ed}$ — толщина бетонного покрытия, эквивалентного по несущей способности существующему покрытию, принимаемая равной для покрытий:
бетонных $t_{ed} = t_{pd}$;
армобетонных $t_{ed} = 1{,}1t_{pd}$;
железобетонных с ненапрягаемой арматурой при проценте армирования:

0,25 . . . . . $t_{ed} = 1{,}10t_{pd}$
0,30 . . . . . $t_{ed} = 1{,}21t_{pd}$
0,35 . . . . . $t_{ed} = 1{,}32t_{pd}$
0,40 . . . . . $t_{ed} = 1{,}41t_{pd}$

сборных и монолитных предварительно напряженных $t_{ed} = 1{,}6t_{pd}$;

$t_{ab,\,min}$ — минимальная толщина слоя усиления из асфальтобетона, принимаемая согласно п. 5.42;

$E_b, E_{ab}$ — модули упругости бетона и асфальтобетона, принимаемые по табл. 1 и 2 обязательного приложения 9.

**5.70.** При определении толщины требуемого однослойного бетонного покрытия следует:

характеристики материалов, типы швов и стыковых соединений принимать как для существующего покрытия;

значение коэффициента динамичности $k_d$ уменьшать на 15 % по сравнению с данными, приведенными в табл. 30, но принимать не менее 1;

коэффициент условий работы $\gamma_c$ устанавливать с учетом поправочного коэффициента $k_m$, определяемого по графику черт. 6 обязательного приложения 10.

**5.71.** Расчет усиления нежестких покрытий надлежит выполнять как для вновь проектируемых покрытий, учитывая конструктивные слои существующих покрытий и оснований и их состояние.

При усилении существующих нежестких покрытий жестким слоем существующее покрытие следует рассматривать как искусственное основание.

## 6. ВОДООТВОДНЫЕ И ДРЕНАЖНЫЕ СИСТЕМЫ

### ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

**6.1.** Водоотводные системы следует предусматривать для участков аэродромов с плохо фильтрующими (глинистыми, суглинистыми, пылеватыми суглинистыми и супесчаными) грунтами, а также для участков, располагаемых в условиях опасного размыва (при наличии грунтов, подверженных эрозии, значительных уклонов местности, осадков ливневого характера).

Для участков с хорошо фильтрующими грунтами, а также в V дорожно-климатической зоне водоотводные системы надлежит предусматривать выборочно.

Примечание. Требования настоящего раздела распространяются также на проектирование вертодромов.

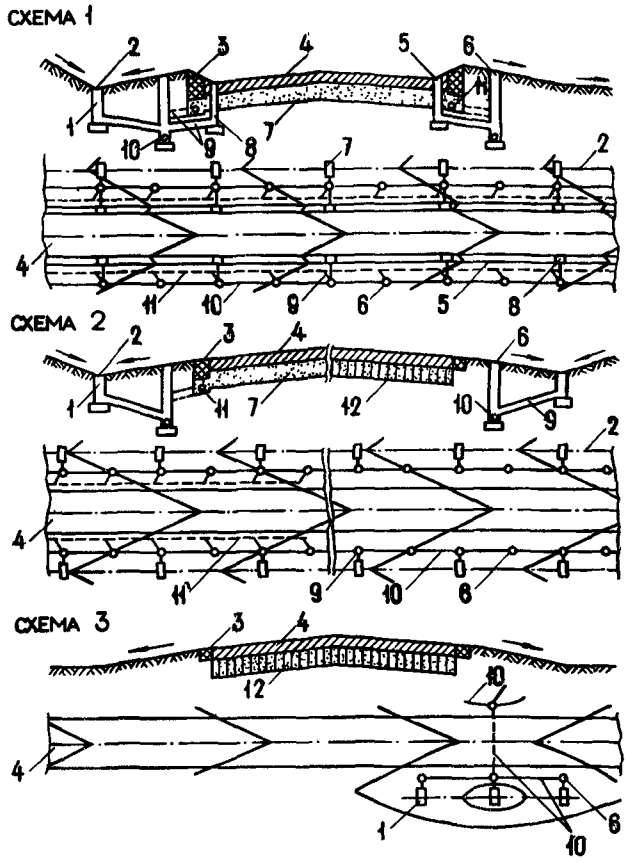
**6.2.** При наличии дренирующего слоя в основаниях аэродромных покрытий следует проектировать закромочные дрены.

Глубинные дрены при необходимости допускается использовать и для отвода воды из дренирующих слоев оснований.

В случае поступления подземных вод или верховодки со смежных с покрытием территорий вдоль кромок покрытий следует предусматривать экранирующие дрены.

**6.3.** Размеры поперечных сечений элементов водоотводных и дренажных систем и их проектные уклоны необходимо принимать по результатам гидравлических расчетов, выполняемых в соответствии с обязательным приложением 12.

**6.4.** Выбор принципиальной схемы водоотводных и дренажных систем следует осуществлять в зависимости от дорожно-климатической зоны расположения аэродрома, типа местности по характеру поверхностного стока и степени увлажнения, вида грунта, топографических и других местных условий. Следует принимать одну из принципиальных схем, приведенных на черт. 3. Допускается принимать сочетание указанных схем или вносить в них изменения применительно к конкретным инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям района расположения аэродрома.




Черт. 3. Схемы водоотводных и дренажных систем аэродромов (поперечный профиль и план)

*1* — тальвежный колодец; *2* — грунтовый лоток; *3* — отмостка; *4* — покрытие; *5* — лоток в кромке покрытия; *6* — смотровой колодец; *7* — основание с дренирующим слоем; *8* — дождеприемный колодец; *9* — перепуск; *10* — коллектор; *11* — закромочная дрена; *12* — основание без дренирующего слоя

**6.5.** Схему *1* следует применять: для аэродромов, располагаемых во II и III дорожно-климатических зонах, а также в I зоне при отсутствии в районе строительства вечномерзлых грунтов; при наличии в естественном основании глинистых или пылеватых грунтов, склонных к пучению; при ширине склона покрытия ИВПП или площадок (специального назначения, МС и др.) свыше 40 м.

Схему *2* следует применять для аэродромов: располагаемых во II и III дорожно-климатических

зонах при песчаных и супесчаных грунтах, а также в IV зоне при глинистых и суглинистых грунтах естественного основания; с жестким покрытием из сборных плит.

Схему *3* следует применять для аэродромов, располагаемых: во II и III, а также I (при отсутствии в районе строительства вечномерзлых грунтов) дорожно-климатических зонах, в которых естественные основания сложены песчаными грунтами, несклонными к эрозии; в IV и V дорожно-климатических зонах при всех видах грунтов естественного основания, несклонных к эрозии, просадке и набуханию.

*6.6. Водоотводные и дренажные системы следует* проектировать с учетом перспективы развития элементов аэродрома и соблюдением следующих правил:

протяженность линейных сооружений водоотвода и дренажа должна быть минимальной;

прокладка коллекторов под аэродромными покрытиями допускается в виде исключения;

сброс воды из водоотводных и дренажных систем должен производиться в естественный водоем или на поверхность рельефа, при этом должны выполняться требования охраны окружающей природной среды, изложенные в разд. 7.

## ЭЛЕМЕНТЫ ВОДООТВОДНЫХ И ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ

**6.7.** Лотки, располагаемые по кромкам искусственных покрытий, следует проектировать как открытыми треугольного поперечного профиля, так и закрытыми. Ширину открытых лотков следует принимать в соответствии с шириной лотковых плит, а глубину лотка по оси определять гидравлическим расчетом, но принимать не менее 8 см.

**6.8.** Грунтовые лотки следует проектировать открытыми треугольного профиля. В случаях, если продольный уклон грунтового лотка менее 0,005, допускается предусматривать:

в III и IV дорожно-климатических зонах — лоток в лотке (дополнительный грунтовый лоток треугольного поперечного профиля по оси основного лотка) с продольными уклонами, обеспечивающими сток воды к тальвежным колодцам;

во II дорожно-климатической зоне, а также в I зоне при отсутствии вечномерзлых грунтов — трубчатые осушители, располагаемые по оси лотка.

Ось грунтового лотка должна быть расположена на расстоянии от кромок покрытий ИВПП не менее 25 м, РД — не менее 10 м.

**6.9.** По оси открытых лотков, располагаемых по кромкам искусственных покрытий, следует предусматривать дождеприемные колодцы, а по оси грунтовых лотков — тальвежные колодцы, обеспечивающие прием и отвод воды по перепускам в коллекторы.

Расстояния между соседними дождеприемными, а также тальвежными колодцами следует устанавливать по табл. 32 и 33 и уточнять в соответствии с гидравлическими расчетами.

Таблица 32

| Элементы аэродрома, с которых происходит сток воды в лотки | Расстояния между дождеприемными колодцами, м, при продольных уклонах дна лотка | |
|---|---|---|
| | от 0,003 до 0,005 | св. 0,005 |
| Двухскатные ИВПП и площадки с шириной покрытий менее 50 м | От 100 до 150 | Св. 150 до 200 |
| Односкатные ИВПП и площадки с шириной покрытий от 50 до 60 м при Δ, мм/мин: | | |
| от 2 до 3 | От 100 до 125 | Св. 125 до 175 |
| „ 3 „ 4 | „ 75 „ 125 | „ 125 „ 150 |

Примечание. Δ — метеорологический параметр, характеризующий интенсивность расчетных дождей принятой повторяемости в районе проектируемого аэродрома и определяемый по обязательному приложению 12.

Таблица 33

| Элементы аэродрома, с которых происходит сток воды в грунтовые лотки | Расстояния между тальвежными колодцами, м, при продольных уклонах дна грунтового лотка | |
|---|---|---|
| | от 0,005 до 0,008 | св.0,008 до 0,015 |
| Двухскатные ИВПП и площадки с шириной покрытий до 60 м, грунтовые обочины шириной 25 м | От 100 до 150 | От 100 до 125 |
| | „ 150 „ 200 | „ 200 „ 250 |
| Односкатные ИВПП и площадки с шириной покрытий до 60 м, грунтовые обочины шириной 25 м при Δ, мм/мин | | |
| от 2 до 3 | От 125 до 150 | От 100 до 125 |
| | „ 150 „ 250 | „ 200 „ 250 |
| „ 3 „ 4 | От 100 до 125 | От 75 до 100 |
| | „ 150 „ 250 | „ 200 „ 300 |
| Двухскатные и односкатные РД, площадки шириной до 25 м, грунтовые обочины шириной менее 25 м | От 150 до 200 | От 100 до 150 |
| | „ 150 „ 250 | „ 200 „ 300 |

Примечания: 1. Над чертой указаны расстояния при песчаных и супесчаных грунтах, под чертой — при глинистых и суглинистых.

2. При проектировании лотка в лотке или осушителей, располагаемых по оси лотков, а также при продольных уклонах менее 0,005 расстояния между тальвежными колодцами следует принимать от 75 до 100 м.

**6.10.** Коллекторы следует располагать вдоль кромок аэродромных покрытий на расстоянии от 10 до 15 м от них.

Глубину укладки труб (расстояние от поверхности грунта до шелыги) коллекторов надлежит принимать не менее глубины промерзания грунтов при поверхности, свободной от снега, и достаточной по

условиям прочности труб при воздействии эксплуатационных нагрузок.

В районах с глубиной промерзания грунта свыше 1,5 м допускается укладывать трубы коллектора в зоне промерзания, при этом следует предусматривать максимально возможное по условиям местности число сбросов воды в водоприемники, а также теплоизоляцию труб.

**6.11.** Смотровые колодцы следует предусматривать в начале коллекторов, в местах изменения их направления и уклонов, подключения к коллекторам перепусков или других водоотводных линий, а также на прямых участках коллекторов на расстояниях, м, при диаметре труб коллектора:

| | |
|---|---|
| менее 250 мм | 50 |
| от 250 до 400 мм | 75 |
| св. 400 до 600 мм | 100 |
| св. 600 мм | 125 |

В пониженных местах рельефа смотровые колодцы допускается использовать для приема и отвода поверхностных вод, в этом случае они должны иметь решетчатую крышку и отстойник глубиной от 0,3 до 0,5 м.

**6.12.** При проектировании закромочных водоотводных дрен и осушителей дренажных систем, предназначенных для перехвата и отвода подземной и поверхностной воды на участках с необеспеченным стоком, а также для сбора и отвода воды из пористых оснований искусственных покрытий, следует:

диаметр дрен и осушителей принимать не более 150 мм;

длину дрен и осушителей принимать от 50 до 125 м;

предусматривать фильтрующую обмотку зазоров между трубами или отверстий в трубах минеральной ватой, мхом и другими материалами;

фильтрующую обсыпку вокруг дрен и осушителей осуществлять по принципу обратного фильтра;

минимальное заглубление труб устанавливать расчетом на прочность, а глубинных дрен, предназначенных для понижения уровня подземных вод, — гидрологическим расчетом из условия снижения этого уровня до величин, указанных в табл. 17.

**6.13.** Диаметр труб перепусков от дождеприемных и тальвежных колодцев к коллектору должен быть не менее 200 мм.

**6.14.** Соединения труб коллекторов с оголовками следует предусматривать эластичные.

Превышение отметки лотка трубы коллектора над отметкой дна водоотводной канавы должно быть не менее 30 см.

Перед входными оголовками коллекторов с трубами диаметром до 500 мм следует предусматривать устройство колодцев-отстойников с крышкой-решеткой.

Откосы водоотводных канав, примыкающих к оголовкам, следует укреплять на длину от 3 до 10 м.

**6.15.** Водоотводные канавы следует располагать за пределами летного поля аэродрома, как правило, по кратчайшим расстояниям от выходных оголовков коллекторов до водоприемников.

Радиус закругления канав на углах поворота надлежит принимать равным 20-кратной ширине канавы по дну, на примыкании канавы к канаве — не менее 10-кратной ширины канавы по дну.

Дно водоотводной канавы в месте примыкания ее к водоприемнику должно быть на 0,3—0,5 м выше уровня наивысшего горизонта паводковых вод в водоприемнике при повторяемости паводка один раз в 5 лет.

При отсутствии в районе расположения аэродрома естественных водоприемников допускается проектировать водоприемные испарительные бассейны.

**6.16.** Для перехвата и отвода поверхностных вод, поступающих со смежных с аэродромом водосборных площадей, надлежит проектировать нагорные канавы, располагаемые на расстоянии не менее 30 м от внешних границ боковых и концевых полос безопасности ВПП, а также от краев искусственных покрытий других элементов аэродрома.

**6.17.** Для защиты территории аэродрома от затопления при подъеме уровня воды в соседних водоемах следует предусматривать устройство ограждающих дамб высотой не менее чем на 0,5 м выше расчетного уровня высокой воды с учетом высоты волны и высоты набега ее на откос дамбы.

**6.18.** Скорость движения воды в грунтовых лотках, водоотводных и нагорных канавах, имеющих неукрепленную поверхность, не должна превышать, м/с, для:

| | |
|---|---|
| песков мелких и средней крупности, супесей | 0,4 |
| песка крупного | 0,8 |
| суглинка пылеватого | 0,7 |
| суглинка | 1,0 |
| глины | 1,2 |

При бо́льших скоростях движения воды поверхность грунтовых лотков, водоотводных и нагорных канав следует укреплять одерновкой, обработкой грунта вяжущими, мощением или бетоном, а также предусматривать при необходимости быстротоки и перепады.

**6.19.** Продольные уклоны линейных элементов водоотводных и дренажных систем следует принимать, не менее, для:

| | |
|---|---|
| открытых лотков, располагаемых по кромкам искусственных покрытий; коллекторов, укладываемых вне зоны промерзания грунтов | 0,003 |
| открытых грунтовых лотков; трубчатых осушителей, располагаемых по оси грунтовых лотков; труб закромочных дрен и дренажных систем | 0,005 |
| перепусков к коллектору от дождеприемных колодцев | от 0,020 до 0,030 |
| то же, от тальвежных колодцев | „ 0,005 „ 0,030 |
| водоотводных канав | 0,002 |

Трубы коллектора и перепусков, укладываемые в зоне промерзания грунта, должны иметь уклон не менее критического, принимаемый в зависимости от диаметра трубы, мм:

| | |
|---|---|
| до 750 | 0,008 |
| от 1000 до 1250 | 0,007 |
| 1500 | 0,006 |

Примечание. Продольный уклон водоотводных канав допускается принимать менее 0,002, если гидравлический расчет подтверждает незаиливаемость канав.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОДООТВОДНЫХ И ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ АЭРОДРОМОВ, РАСПОЛАГАЕМЫХ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**6.20.** При проектировании водоотводных и дренажных систем аэродромов, располагаемых в I дорожно-климатической зоне, следует:

при сплошной сливающейся низкотемпературной мерзлоте (температура на горизонте нулевых амплитуд ниже минус 3 °С) проектировать водоотводные системы. Устройство дренажных систем, как правило, не допускается;

при островной мерзлоте и сплошной сливающейся высокотемпературной мерзлоте (температура на горизонте нулевых амплитуд минус 3 °С и выше) проектировать водоотводные и дренажные системы на основе результатов соответствующих инженерно-геологических и инженерно-геокриологических исследований;

при несливающейся мерзлоте и слое сезонного промерзания и оттаивания, сложенного грунтами с льдистостью $i_l \leqslant 0{,}4$, а также на участках, где отсутствуют вечномерзлые грунты, водоотводные и дренажные системы проектировать как для II дорожно-климатической зоны.

**6.21.** Водоотводные системы аэродромов при сплошной низкотемпературной мерзлоте должны состоять из следующих основных элементов:

нагорных канав или водоотводных валов, предназначенных для защиты термоизоляционных насыпей ВПП, РД и МС от подтопления талыми и поверхностными водами;

грунтовых лотков или водоотводных канав для перехвата и отвода поверхностной воды, стекающей с поверхности покрытий ИВПП, РД и МС, а также грунтовых участков, расположенных между ними;

водоотводных лотков, предупреждающих размыв склонов и оврагообразование;

водозащитных сооружений для перехвата и отвода надмерзлотных подземных вод;

перепусков воды под термоизоляционными насыпями ВПП, РД и МС и сброса ее в естественные водоемы или на поверхность рельефа.

**6.22.** Нагорные канавы, водоотводные валы, канавы и лотки следует располагать параллельно термоизоляционным насыпям на расстоянии от них, м, при грунтах:

крупнообломочных слабольдистых ($i_l < 0{,}25$) вечномерзлых — от 2 до 3;

песчаных слабольдистых и льдистых ($i_l \leqslant 0{,}4$) — от 10 до 15;

песчаных, суглинистых и глинистых сильнольдистых ($i_l > 0{,}4$) — 50.

Для крутых склонов (с уклоном свыше 1:5) и большой водосборной площади следует проектировать два ряда нагорных канав или водоотводных валов.

При сильнольдистых супесях, суглинках и глинах допускается предусматривать устройство лотков, располагаемых вдоль земляных берм, примыкающих к термоизоляционным насыпям.

**6.23.** Водоотводные лотки (сборные бетонные и железобетонные), предупреждающие размыв склонов и оврагообразование, следует располагать, как правило, в тальвегах и пониженных местах рельефа местности, прилегающей к термоизоляционным насыпям ВПП, РД и МС.

**6.24.** Размеры поперечного сечения лотков, водоотводных и нагорных канав следует определять по результатам гидравлических расчетов на сток талых вод, при этом заглубление дна канав должно быть не более половины глубины сезонного протаивания грунта в естественном залегании.

Увеличение поперечного сечения канав (в случае необходимости, подтвержденной результатами гидравлического расчета) надлежит производить за счет их уширения по дну и уменьшения крутизны откосов или увеличения глубины канав путем отсыпки кавальеров с низовой стороны или с низовой и верховой сторон канав.

Дно и откосы канав, бермы, а также откосы водоотводных валов следует укреплять одерновкой, мощением, бетонными плитами по слою мха, торфа и других теплоизоляционных материалов.

**6.25.** Водозащитные сооружения для перехвата надмерзлотных вод следует проектировать в виде водонепроницаемых экранов, располагаемых по кромкам термоизоляционных насыпей или искусственных покрытий.

Водонепроницаемые экраны надлежит создавать за счет поднятия уровня вечномерзлых грунтов до дневной поверхности путем укладки по трассе экрана слоя термоизоляционных материалов (пенопласта типа пенополистирола, полиуретана и т. п.), заглубленного на 20—30 см (мерзлотного валика), толщиной до 20 см и шириной, устанавливаемой теплотехническим расчетом.

Для устройства экрана допускается применять пластичные глины, песчаные грунты, обработанные органическими вяжущими, или полиэтиленовый пластикат.

**6.26.** Перепуски воды под термоизоляционными насыпями ИВПП, РД и МС следует проектировать в виде не заглубленных в вечномерзлый грунт железобетонных труб с открытыми оголовками воротникового типа, имеющими в верхнем бьефе защитные устройства для предотвращения попадания в трубы снега и льда.

Основание перепусков надлежит предусматривать железобетонное с термоизоляционным слоем из пенопластов или мохоторфа, располагаемым по ненарушенной поверхности вечномерзлого грунта. Толщина железобетона и термоизоляционного слоя должна определяться по результатам прочностного и теплотехнического расчетов.

**6.27.** Гидравлический расчет перепускных труб под покрытиями следует производить из условия пропуска талых вод без аккумуляции их перед входным оголовком трубы. Степень наполнения

труб должна быть не более 0,75 диаметра трубы. При этом надлежит учитывать возможность уменьшения сечения труб за счет образования наледи в период таяния снега.

Диаметр труб перепусков следует принимать по гидравлическому расчету, но не менее:

750 мм — при длине трубы до 25 м;
1000 мм — „ „ „ св. 25 до 50 м;
1250 мм — „ „ „ „ 50 „ 75 м;
1500 мм — „ „ „ „ 75 „ 100 м.

**6.28.** Для аэродромов, располагаемых на участках с пучинистыми грунтами, следует проектировать водоотводные, а при необходимости — и дренажные системы. Водоотвод надлежит проектировать, как правило, по схеме *1* (см. п. 6.5). При этом:

дождеприемные колодцы должны быть мелкого заложения в виде дождеприемных воронок глубиной, не превышающей толщину покрытия и искусственного основания;

тальвежные колодцы должны иметь гладкие наклонные стенки;

глубина расположения днища смотровых и тальвежных колодцев или их оснований из непучинистых материалов должна быть ниже глубины промерзания грунта, очищенного от снежного покрова;

вокруг смотровых и тальвежных колодцев, а также оголовков труб следует предусматривать обсыпку несмерзающимся крупнозернистым каменным материалом толщиной не менее 20 см;

в местах пересечения коллекторами ИВПП, РД и МС обратную засыпку труб следует производить песком, песчано-гравийной смесью или другими непучинистыми материалами.

**6.29.** Для аэродромов, располагаемых на участках с просадочными грунтами, следует проектировать водоотводные системы, полностью предупреждающие проникание дождевых и талых вод в основание аэродромных покрытий. Для этого необходимо:

располагать коллекторы на расстоянии не менее 10 м от кромок покрытий ИВПП, РД и МС;

гидроизолировать дно и стенки траншей перед укладкой в них труб коллекторов;

применять дождеприемные колодцы мелкого заложения в виде дождеприемных воронок глубиной, равной толщине аэродромной одежды;

гидроизолировать смотровые и дождеприемные колодцы, входы и выходы труб коллекторов и перепусков в соответствии с требованиями СНиП III-20-74.

**6.30.** При агрессивных к бетону и асбестоцементу засоленных грунтах и подземных водах необходимо предусматривать обмазочную изоляцию труб коллекторов, внешних поверхностей смотровых и тальвежных колодцев в соответствии с требованиями СНиП III-20-74.

Для перепусков надлежит использовать, как правило, полиэтиленовые трубы.

## 7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

**7.1.** При проектировании аэродромов (вертодромов), располагаемых в районах распространения вечномерзлых грунтов, на основе результатов комплексных исследований природной обстановки территории освоения (инженерно-геологических, геокриологических, гидрогеологических, ландшафтных и экологических характеристик), режимных наблюдений и экспериментальных работ следует предусматривать природоохранные мероприятия, направленные на предупреждение возникновения и активизации термокарста, термоэрозии, термоабразии, пучения, морозного растрескивания, солифлюкции, наледеобразования и других неблагоприятных для строительства и эксплуатации аэродромов (вертодромов) криогенных процессов.

**7.2.** В состав природоохранных мероприятий необходимо включать инженерные решения, предусматривающие:

компенсацию тепло- и массообмена окружающей природной среды, измененной при подготовке и освоении территории;

ограничение и регулирование развития криогенных процессов;

организацию и регулирование снежного покрова, ливневых и технологических стоков;

биологическую рекультивацию растительного покрова;

ограничение и регулирование термоабразии.

### УДАЛЕНИЕ АЭРОДРОМОВ (ВЕРТОДРОМОВ) ОТ ГОРОДОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

**7.3.** Вновь строящиеся аэродромы (вертодромы) необходимо размещать за пределами городов и населенных пунктов. При этом расстояния от границы летного поля аэродрома (вертодрома) до границ селитебной территории следует определять в каждом конкретном случае с учетом:

обеспечения безопасности полетов воздушных судов;

допустимых максимальных и эквивалентных уровней авиационного шума, установленных ГОСТ 22283—76;

типов воздушных судов, эксплуатируемых на данном аэродроме (вертодроме), интенсивности их полетов;

числа взлетно-посадочных полос на аэродроме (вертодроме);

расположения границ селитебной территории по отношению к ВПП;

рельефа, температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра, а также других местных условий.

За расчетное приближение границы селитебной территории к летному полю аэродрома (вертодрома) следует принимать наибольшее расстояние, полученное на основе учета факторов обеспечения безопасности полетов, допустимых уровней авиационного шума или интенсивности облучения от источников электромагнитных излучений.

**7.4.** Для вновь проектируемых аэродромов гражданской авиации расстояния от границ летного поля до границ селитебной территории с учетом их перспективного расширения, размещение в районах аэродромов, в границах и вне границ воздушных подходов к ним зданий, сооружений, включая линии связи, высоковольтные линии электропередачи, радиотехнические и другие объекты, которые могут угрожать безопасности полетов воздушных судов или создавать помехи для нормальной работы радиотехнических средств аэродромов, а также порядок согласования размещения этих объектов необходимо принимать с учетом требований СНиП II-60-75. При этом, если трасса полетов не пересекает границу селитебной территории, следует также обеспечивать минимальные расстояния между горизонтальной проекцией трассы полетов по маршруту захода на посадку и границей селитебной территории для аэродромов классов А, Б и В — 3 км, Г и Д —2 км.

Посадочные площадки вертолетов должны располагаться не ближе 2 км от селитебной территории в направлении взлета (посадки) и иметь разрыв между боковой границей летной полосы (посадочной площадки) и границей селитебной территории не менее 0,3 км.

**7.5.** Для реконструируемых аэродромов следует учитывать акустическую обстановку на прилегающей территории с учетом ее особенностей (рельефа местности, наличия лесонасаждений, характера застройки, взаимного расположения различных зданий и сооружений и др.), а также шумовых характеристик предусматриваемых к эксплуатации воздушных судов.

### ЗАЩИТА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХВЫСОКИХ РАДИОЧАСТОТ

**7.6.** При размещении на территории аэродрома радиолокационных станций и других радиотехнических средств следует предусматривать мероприятия по защите обслуживающего персонала и местного населения от воздействия сверхвысоких радиочастот. В этих целях между радиолокационными станциями и другими радиотехническими средствами и границей селитебной территории должна быть установлена санитарно-защитная зона, размеры которой следует определять расчетом в зависимости от назначения радиотехнического объекта, рабочей частоты, числа и мощности передатчиков, типа и высоты антенны над поверхностью земли, рельефа местности.

**7.7.** Санитарно-защитную зону следует подразделять на подзоны:

строгого режима, включающую техническую территорию радиообъекта. При этом, если подзона строгого режима больше технической территории, в ее состав должна быть включена и часть прилегающей территории, граница которой определяется расчетом. На внешней границе подзоны строгого режима уровень электромагнитной энергии не должен превышать предельно допустимый для производственных условий;

ограничения, включающую территорию, которая непосредственно примыкает к территории подзоны строгого режима. На внутренней границе подзоны ограничения уровень электромагнитной энергии не должен превышать предельно допустимый для производственных условий, а на внешней границе — предельно допустимый для населенных пунктов.

*Примечание.* В подзоне ограничения при соответствующем обосновании допускается сохранять существующую жилую застройку при условии проведения комплекса мероприятий по снижению в помещениях уровня облучения до предельно допустимого.

### ЗАЩИТА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

**7.8.** Проектами аэродромов классов А, Б и В следует предусматривать отведение с их территории (авиационно-технической базы с предангарной и доводочными площадками; площадок для мойки и антиобледенительной обработки воздушных судов; спецавтобаз; складов горючесмазочных материалов; перрона и др.) загрязненных сточных вод и их очистку.

Степень очистки и условия спуска сточных вод в водоемы должны удовлетворять требованиям „Правил охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами" и определяться расчетом в зависимости от расположения и характеристики водоемов, наличия вблизи аэродрома дополнительных источников загрязнения и от других местных условий.

**7.9.** При проектировании очистных сооружений в системе водосточно-дренажной сети аэродрома для очистки и обезвреживания поверхностных сточных вод необходимо в первую очередь предусматривать устройство выпусков коллекторов, на водосборной площади которых размещены основные источники загрязнения.

**7.10.** В составе системы очистных сооружений аэродрома следует предусматривать устройство аккумулирующих емкостей рабочим объемом, рассчитанным на накопление поверхностных сточных вод, образующихся при дождях после выпадения осадков до 10—15 мм, и их очистку от основной массы взвеси и нефтепродуктов, а также биологические пруды с естественной или искусственной аэрацией.

**7.11.** Сток дренажных вод в сухую погоду, дождевых вод, образующихся при затяжных дождях после выпадения осадков 10 мм и более, а также весенний сток талых вод допускается сбрасывать в водоем без очистки, минуя очистные сооружения.

**7.12.** При проектировании элементов очистных сооружений следует выполнять требования СНиП 2.04.03-85.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

***Обязательное***

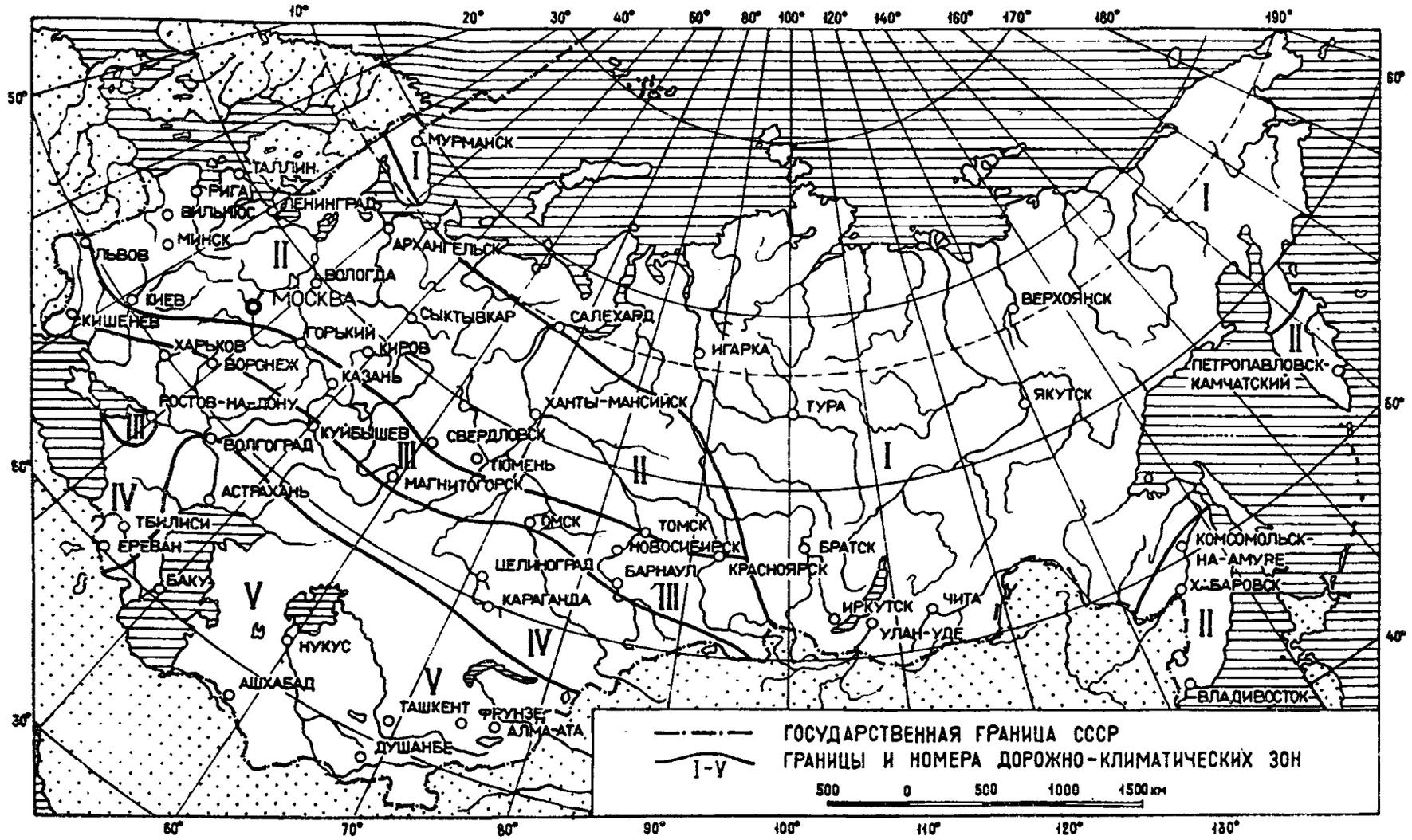
## ТИПЫ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

| Тип гидрогеологических условий | Глубина горизонта подземных вод к началу промерзания грунта |
|---|---|
| 1 | Больше глубины промерзания на:<br>2,0 м — в глинах, суглинках пылеватых;<br>1,5 м — в суглинках, супесях пылеватых;<br>1,0 м — в супесях, песках, песках пылеватых |
| 2 | Больше глубины промерзания, но меньше, чем для 1-го типа |
| 3 | Меньше глубины промерзания |

Примечания: 1. Глубина промерзания определяется расчетом для открытой очищенной от снега поверхности покрытия и исчисляется от его верха с учетом вертикальной планировки поверхности аэродрома и теплотехнических характеристик материалов оснований и покрытия.

2. Глубина горизонта подземных вод к началу промерзания грунта исчисляется от верха покрытия до уровня подземных вод, установленного изысканиями, а при наличии глубинного дренажа или других водопонижающих устройств — до верха депрессионной кривой.

## ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ЗОНЫ СССР




Дорожно-климатические зоны включают в себя следующие географические зоны: I — тундры, лесотундры и северо-восточную часть лесной зоны с распространением вечномерзлых грунтов; II — лесов с избыточным увлажнением грунтов; III — лесостепную со значительным увлажнением грунтов в отдельные годы; IV — степную с недостаточным увлажнением грунтов; V — пустынную и пустынно-степную с засушливым климатом и распространением засоленных грунтов.

Кубань и западную часть Северного Кавказа следует относить к III дорожно-климатической зоне; Черноморское побережье, предкавказские степи, за исключением Кубани и западной части Северного Кавказа следует относить к IV зоне; горные области, расположенные выше 1000 м над уровнем моря, а также малоизученные районы следует относить к той или иной зоне в зависимости от местных природных условий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

*Справочное*

## НОМЕНКЛАТУРА ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

| Грунт | Разновидность грунта | Содержание частиц грунта размером от 0,05 до 2 мм, % к массе сухого грунта | Число пластичности $I_p$, % |
|---|---|---|---|
| Супесь | Легкая крупная | Св. 50* | $1 \leqslant I_p \leqslant 7$ |
| | Легкая | Св. 50 | |
| | Пылеватая | От 20 до 50 | |
| | Тяжелая пылеватая | Менее 20 | |
| Суглинок | Легкий | Св. 40 | $7 < I_p \leqslant 12$ |
| | Легкий пылеватый | 40 и менее | |
| | Тяжелый | Св. 40 | $12 < I_p \leqslant 17$ |
| | Тяжелый пылеватый | 40 и менее | |
| Глина | Песчанистая | Св. 40 | $17 < I_p \leqslant 27$ |
| | Пылеватая | Меньше, чем частиц размером от 0,05 до 0,005 мм | |
| | Жирная | Не нормируется | $I_p > 27$ |

* Для супесей легких крупных учитывается содержание частиц размером от 0,25 до 2 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

*Обязательное*

## РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

| Грунт естественного основания | Тип гидрогеологических условий | Расчетный коэффициент постели $K_s$, МН/м$^3$, для дорожно-климатических зон | | | | | Модуль упругости $E$, МПа, для дорожно-климатических зон | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | IV | V | I | II | III | IV | V |
| Песок гравелистый, песок крупный | – | 160 | 160 | 160 | 170 | 180 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| Песок средней крупности | 1 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 100 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | 2 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 100 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Песок мелкий | 1 | 70 | 80 | 80 | 90 | 100 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 2 | 60 | 70 | 70 | 80 | 90 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 3 | 50 | 60 | 60 | 70 | 80 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Песок пылеватый | 1 | 40 | 60 | 80 | 100 | 110 | 30 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | 2 | 30 | 50 | 60 | 70 | 80 | 30 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | 3 | 20 | 40 | 50 | 60 | 70 | 30 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Супесь | 1 | 40 | 60 | 80 | 100 | 110 | 30 | 39 | 42 | 45 | 45 |
| | 2 | 30 | 50 | 60 | 70 | 80 | 30 | 37 | 39 | 42 | 45 |
| | 3 | 20 | 40 | 50 | 60 | 70 | 30 | 35 | 39 | 42 | 42 |
| Глина, суглинок | 1 | 40 | 50 | 70 | 80 | 90 | 20 | 28 | 34 | 42 | 60 |
| | 2 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 20 | 24 | 28 | 34 | 42 |
| | 3 | 20 | 30 | 40 | 50 | 70 | 20 | 21 | 28 | 34 | 34 |
| Супесь и суглинок пылеватые | 1 | 30 | 40 | 50 | 70 | 80 | 18 | 24 | 28 | 34 | 42 |
| | 2 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 18 | 21 | 24 | 28 | 34 |
| | 3 | 10 | 30 | 30 | 40 | 50 | 18 | 20 | 24 | 28 | 34 |

**Примечания:** 1. Для перевода в кгс/см$^3$ расчетные коэффициенты постели, приведенные в таблице, следует уменьшать в 10 раз, а для перевода в кгс/см$^2$ модули упругости увеличивать в 10 раз.

2. Значения коэффициентов постели и модулей упругости грунтов для гидрогеологических условий 3-го типа указаны с учетом приведения их ко 2-му типу путем осушения, понижения уровня подземных вод и других инженерных мероприятий.

3. Приведенные значения коэффициентов постели и модулей упругости грунтов соответствуют естественной плотности их сложения при коэффициенте пористости $e$, равном 0,5–0,8; при $e > 0{,}8$ значения коэффициентов следует понижать на 35 %.

4. Значения коэффициентов постели и модулей упругости грунтов (за исключением песчаных) для районов, расположенных восточнее линии, проходящей по Волге и Северной Двине, следует повышать на 20 %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

*Рекомендуемое*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОСТЕЛИ

Положения настоящего приложения относятся к расчету слоев естественных оснований, а также искусственных оснований из материалов, для которых не нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе.

1. Для слоистых оснований жестких покрытий в пределах сжимаемой толщи $H_c$ эквивалентный коэффициент постели $K_{se}$, МН/м$^3$, определяется по формуле

$$K_{se} = \frac{K_{s1} + K_{s2}\,\alpha_2 + K_{s3}\,\alpha_3}{1 + \alpha_2 + \alpha_3}, \qquad (1)$$

где

$$\alpha_2 = \frac{t_2\,[1{,}6D_r - (t_1 + 0{,}5t_2)]}{t_1\,(1{,}6D_r - 0{,}5t_1)};$$

$$\alpha_3 = \frac{0{,}5\,[1{,}6D_r - (t_1 + t_2)]^2}{t_1\,(1{,}6D_r - 0{,}5t_1)};$$

$K_{s1}, K_{s2}, K_{s3}$ — расчетные значения коэффициентов постели, МН/м$^3$, соответственно первого (считая сверху), второго и третьего слоев естественного или искусственного основания из однородных грунтов и материалов в различном состоянии, включая дренирующие и теплозащитные слои, принимаемые согласно обязательным приложениям 4 и 9 (табл. 6);

$t_1, t_2$ — толщина соответственно первого и второго слоев основания, м;

$D_r$ — условный диаметр круга передачи нагрузки на основание, м, принимаемый равным для монолитных покрытий, рассчитываемых на внеклассную и I категории нагрузок — 3,60 м, на II — 3,20, на III — 2,90, на IV — 2,40, на V и VI — 2,20 м, для сборных покрытий из плит ПАГ-14 — 1,40 м, из плит ПАГ-18 — 1,75 м.

Для оснований, состоящих из двух слоев, значения $t_2$ и $\alpha_2$ следует принимать равными нулю.

2. Если в основании более трех слоев, конструкцию следует привести к расчетной трехслойной путем объединения наиболее тонких слоев со смежными и при расчете эквивалентного коэффициента постели использовать показатели (толщину $t_{red}$ и приведенное значение коэффициента постели $K_{sr}$) объединенного слоя, определяемые по формулам:

$$t_{red} = \sum_{i=1}^{n} t_i; \qquad (2)$$

$$K_{sr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} K_{si} t_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}, \qquad (3)$$

где $t_i, K_{si}$ — соответственно толщина, м, и коэффициент постели, МН/м$^3$, каждого из объединяемых слоев (см. табл. 6 обязательного приложения 9).

3. При использовании в основании (в пределах сжимаемой толщи) неуплотненного слоя грунта с коэффициентом пористости $e > 0{,}8$ коэффициент постели принимается по обязательному приложению 4 (с учетом примеч. 3).

4. Расчетные характеристики грунтового основания в районах распространения вечномерзлых грунтов надлежит устанавливать согласно обязательному приложению 4 и уточнять по результатам полевых испытаний.

5. Эквивалентный коэффициент постели $K_{se}$ оснований, подстилаемых жесткими, несжимаемыми массивами (вечномерзлыми и скальными грунтами), определяется по формуле

$$K_{se} = K_{sr}\,k_h, \qquad (4)$$

где $K_{sr}$ — приведенный коэффициент постели слоев искусственного и естественного оснований над жестким массивом, МН/м$^3$, полученный по формуле (3);

$k_h$ — коэффициент влияния жесткого массива, принимаемый по графику в зависимости от относительной глубины его расположения $\frac{d_b}{D_r}$ от низа покрытия и коэффициента постели $K_{sr}$;

$d_b$ — глубина расположения горизонта жесткого массива грунта, м.

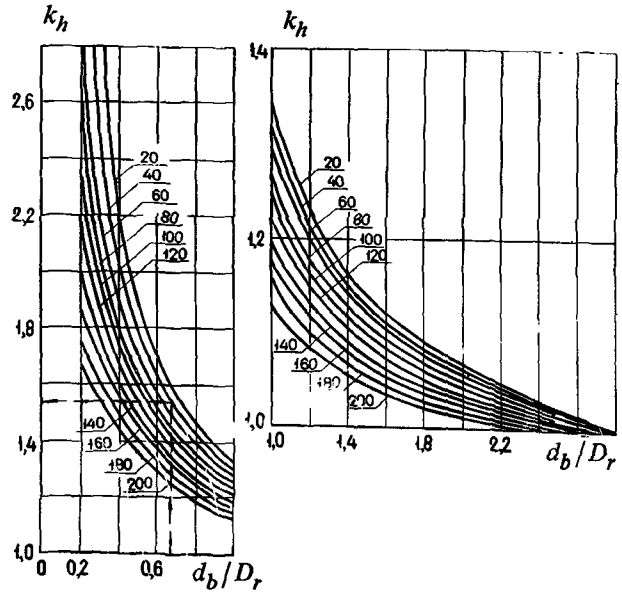



График для определения коэффициента $k_h$ жесткого массива. Цифрами на кривых указан коэффициент постели слоя основания $K_{sr}$, МН/м$^3$, лежащего на жестком массиве

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

*Обязательное*

## ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОСНОВАНИЙ НА ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

1. Теплотехническим расчетом должна определяться требуемая толщина термоизоляционного слоя искусственного основания покрытий, при которой естественное основание сохраняется в постоянно мерзлом состоянии или подвергается сезонному оттаиванию до установленной глубины.

2. Исходными данными для теплотехнического расчета являются:

принятая конструкция покрытия и искусственного основания;

допускаемая глубина сезонного оттаивания естественного основания, м;

теплофизические характеристики материалов покрытия и искусственного основания, определяемые по табл. 1, а грунтов – по табл. 2;

средняя за период оттаивания температура поверхности покрытия, вычисляемая как среднеарифметическое из среднемесячных температур поверхности покрытия за теплый период года, определяемых согласно п. 3;

продолжительность периода оттаивания, определяемая согласно п. 5;

температура вечномерзлого грунта, °С, на уровне годовых нулевых амплитуд (за которую принимают среднегодовую температуру грунта на глубине 10 м), определяемая по данным инженерно-геологических изысканий.

Таблица 1

| Материал покрытия и искусственного основания | Плотность сухого материала $\rho_d$, кг/м$^3$ | Суммарная влажность $w$, доли единицы | Коэффициент теплопроводности, Вт/ (м·°С) | | Объемная теплоемкость, кДж/ (м$^3$·°С) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\lambda_t$ | $\lambda_f$ | $c_t$ | $c_f$ |
| Цементобетон | 2300 | 0,03 | 1,85 | 1,90 | 2010 | 1675 |
| Асфальтобетон | 2200 | 0,03 | 1,30 | 1,40 | 3685 | 3390 |
| Пескоцемент | 2000 | 0,05 | 1,65 | 1,80 | 2010 | 1840 |
| Грунтоцемент | 2000 | 0,05 | 1,40 | 1,50 | 1925 | 1780 |
| Шлакобетон | 1600 | 0,05 | 0,65 | 0,80 | 1800 | 1675 |
| | 1300 | 0,05 | 0,45 | 0,60 | 1465 | 1360 |
| | 1000 | 0,05 | 0,35 | 0,40 | 1130 | 1045 |
| | 900 | 0,05 | 0,30 | 0,35 | 1005 | 920 |
| Керамзитобетон | 1600 | 0,05 | 0,60 | 0,70 | 2345 | 2180 |
| | 1400 | 0,05 | 0,45 | 0,60 | 2050 | 1905 |
| | 1200 | 0,05 | 0,35 | 0,40 | 1760 | 1635 |
| Пенобетон | 1200 | 0,05 | 0,35 | 0,45 | 1510 | 1405 |
| | 1000 | 0,05 | 0,30 | 0,40 | 1255 | 1170 |
| | 500 | 0,10 | 0,20 | 0,25 | 630 | 565 |
| Песок, супесь и суглинок, укрепленные: | | | | | | |
| золой уноса | 1900 | 0,05 | 1,15 | 1,40 | 1925 | 1780 |
| битумом или битумной эмульсией | 1800 | 0,05 | 0,95 | 1,15 | 1840 | 1675 |
| Галька (щебень) с песком | 1800 | 0,10 | 1,85 | 2,20 | 2260 | 1885 |
| То же, с глиной | 1800 | 0,10 | 2,00 | 2,35 | 2345 | 1970 |
| Гравий, щебень гранитный | 1800 | 0,10 | 2,00 | 2,35 | 1840 | 1675 |
| Щебень осадочных пород | 1600 | 0,10 | 1,40 | 2,05 | 1760 | 1590 |
| Шлак | 800 | 0,10 | 0,30 | 0,35 | 1090 | 985 |
| Мохоторф под насыпью | – | 3,55 | 0,50 | 0,80 | – | – |

Примечание. См. примеч. 1 и 3 к табл. 2.

Таблица 2

| Плотность сухого грунта $\rho_d$, кг/м³ | Суммарная влажность $w$, доли единицы | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С), для | | | | | | | | Объемная теплоемкость, кДж/(м³·°С) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | песка | | супеси | | суглинка, глины | | торфа | | | |
| | | $\lambda_t$ | $\lambda_f$ | $\lambda_t$ | $\lambda_f$ | $\lambda_t$ | $\lambda_f$ | $\lambda_t$ | $\lambda_f$ | $C_t$ | $C_f$ |
| 100 | 9 | – | – | – | – | – | – | 0,80 | 1,35 | 3975 | 2305 |
| 100 | 6 | – | – | – | – | – | – | 0,40 | 0,70 | 2720 | 1675 |
| 100 | 4 | – | – | – | – | – | – | 0,25 | 0,40 | 1885 | 1255 |
| 100 | 2 | – | – | – | – | – | – | 0,10 | 0,25 | 1045 | 835 |
| 200 | 4 | – | – | – | – | – | – | 0,80 | 1,35 | 3770 | 2385 |
| 200 | 2 | – | – | – | – | – | – | 0,25 | 0,50 | 2095 | 1465 |
| 300 | 3 | – | – | – | – | – | – | 0,95 | 1,40 | 4145 | 2385 |
| 300 | 2 | – | – | – | – | – | – | 0,40 | 0,70 | 3140 | 2095 |
| 400 | 2 | – | – | – | 2,10 | – | 2,10 | 0,95 | 1,40 | 3770 | 2720 |
| 700 | 1 | – | – | – | 2,10 | – | 2,05 | – | – | 3580 | 2095 |
| 1000 | 0,60 | – | – | – | 2,05 | – | 1,90 | – | – | 3435 | 2175 |
| 1200 | 0,40 | – | – | – | 1,90 | 1,55 | 1,80 | – | – | 3100 | 2115 |
| 1400 | 0,35 | – | – | 1,80 | 1,85 | 1,55 | 1,70 | – | – | 3350 | 2345 |
| 1400 | 0,30 | – | – | 1,75 | 1,80 | 1,45 | 1,55 | – | – | 3015 | 2175 |
| 1400 | 0,25 | 1,90 | 2,15 | 1,55 | 1,70 | 1,35 | 1,50 | – | – | 2765 | 2050 |
| 1400 | 0,20 | 1,55 | 1,85 | 1,35 | 1,50 | 1,10 | 1,20 | – | – | 2470 | 1885 |
| 1400 | 0,15 | 1,40 | 1,65 | 1,10 | 1,30 | 0,85 | 1,00 | – | – | 2175 | 1760 |
| 1400 | 0,10 | 1,10 | 1,30 | 0,95 | 1,05 | 0,70 | 0,75 | – | – | 1885 | 1740 |
| 1400 | 0,05 | 0,75 | 0,80 | 0,65 | 0,70 | 0,45 | 0,50 | – | – | 1590 | 1465 |
| 1600 | 0,30 | – | – | 1,85 | 2,00 | 1,70 | 1,80 | – | – | 3495 | 2470 |
| 1600 | 0,25 | 2,50 | 2,75 | 1,80 | 1,90 | 1,50 | 1,70 | – | – | 3140 | 2345 |
| 1600 | 0,20 | 2,15 | 2,40 | 1,65 | 1,75 | 1,35 | 1,50 | – | – | 2805 | 2135 |
| 1600 | 0,15 | 1,80 | 2,05 | 1,45 | 1,55 | 1,10 | 1,20 | – | – | 2470 | 2010 |
| 1600 | 0,10 | 1,45 | 1,65 | 1,15 | 1,30 | 0,85 | 0,95 | – | – | 2155 | 1800 |
| 1600 | 0,05 | 1,05 | 1,10 | 0,80 | 0,85 | 0,60 | 0,65 | – | – | 1820 | 1675 |
| 1800 | 0,20 | 2,65 | 2,85 | 1,85 | 2,00 | 1,55 | 1,80 | – | – | 3160 | 2405 |
| 1800 | 0,15 | 2,25 | 2,60 | 1,70 | 1,80 | 1,40 | 1,55 | – | – | 2765 | 2260 |
| 1800 | 0,10 | 2,00 | 2,20 | 1,45 | 1,55 | 1,05 | 1,20 | – | – | 2405 | 2030 |
| 1800 | 0,05 | 1,45 | 1,50 | 1,00 | 1,00 | 0,70 | 0,75 | – | – | 2030 | 1885 |
| 2000 | 0,10 | 2,75 | 2,90 | 1,75 | 1,85 | 1,30 | 1,40 | – | – | 2680 | 2260 |
| 2000 | 0,05 | 2,10 | 2,15 | – | – | – | – | – | – | 2260 | 2095 |

Примечания: 1. Значения $\lambda_t$ и $C_t$ приведены для грунтов и материалов в талом состоянии, $\lambda_f$ и $C_f$ – в мерзлом состоянии.

2. Значения теплофизических характеристик крупнообломочных грунтов допускается определять по настоящей таблице как для песков.

3. Для перевода в ккал/(м·ч·°С) коэффициенты теплопроводности, приведенные в табл. 1 и 2, следует делить на 1,16, а для перевода в ккал/(м³·°С) значения объемной теплоемкости делить на 4,19.

3. Среднемесячная температура поверхности покрытия $t_{mp}$, °С, вычисляется по формуле

$$t_{mp} = t_{ma} + \Delta t_{ma} + \frac{\Phi_m - Q}{\alpha_q}, \qquad (1)$$

где $t_{ma}$ – среднемесячная температура воздуха, °С, определяемая по СНиП 2.01.01-82;

$\Delta t_{ma}$ – поправка к среднемесячной температуре воздуха $t_{ma}$, °С, принимаемая по табл. 3;

$\Phi_m$ – среднемесячный радиационный баланс покрытия, Вт/м²:

$\Phi_m = 0{,}61\Phi_{sd} - 20$ – для асфальтобетонного, гравийного и щебеночного покрытий;

$\Phi_m = 0{,}61\Phi_{sd} - 40$ – для бетонного и железобетонного покрытий;

$\Phi_{sd} = \Phi_s + \Delta\Phi$ – расчетная суммарная солнечная радиация, Вт/м²;

$\Phi_s$ – суммарная солнечная радиация, Вт/м², устанавливаемая по данным гидрометеорологической службы, а при их отсутствии – по графику черт. 1;

$\Delta\Phi$ – поправка к суммарной солнечной радиации $\Phi_s$, Вт/м², определяемая по табл. 4;

$Q = 0{,}49\Phi_{sd} - 60$ – тепловой поток, учитывающий теплосодержание аэродромной одежды и подстилающих грунтов, а также процессы испарения и фазовые переходы, Вт/м²;

$\alpha_q$ – коэффициент теплообмена, Вт/(м²·°С), принимаемый равным:

$$\alpha_q = 2{,}4v_a + 2{,}3 \quad \text{при} \quad v_a \leqslant 4{,}6 \text{ м/с};$$

$$\alpha_q = 3{,}7(v_a - 1) \quad \text{при} \quad v_a > 4{,}6 \text{ м/с};$$

$v_a$ – средняя за месяц скорость ветра, м/с, определяемая по данным гидрометеорологической службы.

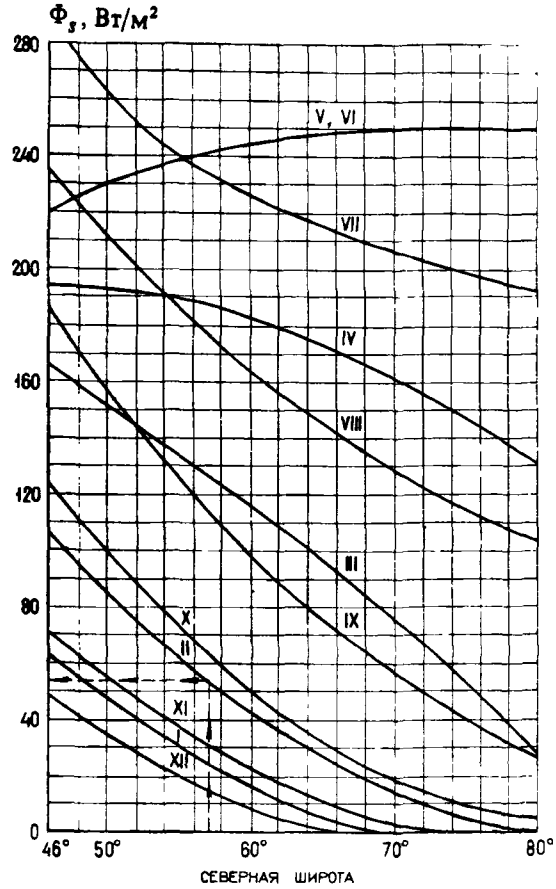
При определении годового температурного баланса среднемесячную температуру поверхности покрытий следует принимать без учета поправок $\Delta t_{ma}$ и $\Delta\Phi$.

Таблица 3

| Категория нормативной нагрузки | Обеспеченность | Поправка к температуре воздуха $\Delta t_{ma}$, °С, по месяцам | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| В/к, I | 0,95 | 7,6 | 7,8 | 6,4 | 5,0 | 3,8 | 3,4 | 3,2 | 2,8 | 3,6 | 5,4 | 7,4 | 7,4 |
| II, III | 0,90 | 6,2 | 6,4 | 5,2 | 4,1 | 3,1 | 2,8 | 2,6 | 2,3 | 2,9 | 4,4 | 6,1 | 6,1 |
| IV | 0,80 | 4,9 | 5,1 | 4,2 | 3,2 | 2,5 | 2,2 | 2,1 | 1,8 | 2,3 | 3,5 | 4,8 | 4,8 |
| V, VI | 0,683 | 3,8 | 3,9 | 3,2 | 2,5 | 1,9 | 1,7 | 1,6 | 1,4 | 1,8 | 2,7 | 3,7 | 3,7 |

Таблица 4

| Категория нормативной нагрузки | Обеспеченность | Поправка к значению среднемесячной солнечной радиации $\Delta\Phi$, Вт/м$^2$, по месяцам | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
| В/к, I | 0,95 | 42 | 44 | 48 | 46 | 35 | 25 | 16 |
| II, III | 0,90 | 33 | 36 | 39 | 37 | 29 | 21 | 13 |
| IV | 0,80 | 27 | 29 | 29 | 30 | 23 | 17 | 9 |
| V, VI | 0,683 | 21 | 22 | 25 | 23 | 18 | 13 | 8 |




Черт. 1. Зависимость суммарной солнечной радиации $\Phi_s$ от северной широты (I, II, . . . ,XII – месяцы года)

**4. Требуемую толщину термоизоляционного слоя надлежит устанавливать в следующем порядке:**

**назначается ориентировочная толщина термоизоляционного слоя;**

определяется расчетная глубина сезонного оттаивания конструкции аэродромной одежды и основания;

расчетная глубина оттаивания сравнивается с допустимой глубиной оттаивания, в случае расхождения этих величин более чем на 5 % производится корректировка толщины термоизоляционного слоя и расчет повторяется.

5. Расчетную глубину сезонного оттаивания $d_t$, м, однородного по глубине грунтового массива следует определять по формуле

$$d_t = \left(\sqrt{\frac{7{,}2\lambda_t \theta_m}{\eta_t} + \beta^2} - \beta\right)\sqrt{\tau_t}, \qquad (2)$$

где $\theta_m$ – абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период оттаивания, °С;

$\eta_t$ – количество тепла, затрачиваемое на фазовые переходы и нагрев материала слоя, кДж/м$^3$:

$$\eta_t = 0{,}5\theta_m C_t + \rho_d (w - w_w)\,334;$$

$w_w$ – влажность воды, доли единицы, определяемая согласно обязательному приложению 7;

$\beta$ – величина, учитывающая поток холода снизу, (м/ч)$^{0,5}$:

$$\beta = \frac{\theta}{\eta_t}\sqrt{\frac{\lambda_f C_f}{\pi}};$$

$\theta$ – абсолютная температура на уровне нулевых годовых амплитуд, °С;

$\tau_t$ – продолжительность периода оттаивания (время действия положительных среднемесячных температур на поверхности покрытия), ч;

$w$, $\rho_d$ – принимаются по данным инже-

нерно-геологических изысканий;

$\lambda_t$, $\lambda_f$, $C_t$, $C_f$ — принимаются по табл. 2.

**6.** Расчетную глубину сезонного оттаивания $d_t$, м, многослойной по глубине конструкции аэродромной одежды и основания следует определять по формуле

$$d_t = \sum_1^{n-1} t_i + d_h , \qquad (3)$$

где $t_i$ — толщина отдельных однородных слоев аэродромной одежды и основания, м;

$d_h$ — глубина оттаивания последнего (нижнего) слоя естественного основания, м.

**7.** Значение $d_h$ следует определять путем последовательного (начиная с верхнего слоя) вычисления глубины оттаивания $d_{ti}$ каждого однородного слоя (с учетом вышележащих слоев) по формуле

$$d_{ti} = (d_{t\,(i-1)} - t_{i-1}) \frac{\sqrt{\frac{7{,}2\lambda_{ti}}{\eta_{ti}}\theta_m\left(1-\frac{t_1}{d_{t1}}\right)}\ \ldots}{\sqrt{\frac{7{,}2\lambda_{t\,(i-1)}}{\eta_{t\,(i-1)}}\theta_m\left(1-\frac{t_1}{d_{t1}}\right)}\ \ldots}$$

$$\ldots \frac{\sqrt{\frac{1-t_{i-1}}{d_{t\,(i-1)}}+\beta_i^2}-\beta_i}{\ldots \sqrt{1-\frac{t_{i-1}}{d_{t\,(i-1)}}+\beta_{i-1}^2}-\beta_{i-1}} . \qquad (4)$$

При этом глубину оттаивания первого (верхнего) однородного слоя надлежит определять по формуле (2).

При проектировании аэродромов, располагаемых в районах распространения высокотемпературной вечной мерзлоты ($\theta > -3$ °С), величиной $\beta$ в формулах (2) и (4) допускается пренебречь.

**8.** Расчетную глубину сезонного промерзания $d_f$, м, многослойной по глубине конструкции аэродромной одежды и основания следует определять по формуле

$$d_f = 1{,}9\sqrt{\frac{2\lambda_f\theta_{mp}\tau_f}{\eta_f}} + \sum_{i=1}^{n} t_i\left(1-\sqrt{\frac{\lambda_f\eta_{fi}}{\lambda_{fi}\eta_f}}\right) , \qquad (5)$$

где $\eta_f$ — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении последнего (нижнего) промерзающего слоя естественного основания, кДж/м$^3$:

$$\eta_f = 0{,}5\theta_{mp}C_f + \rho_d\,(w - w_w)\,334;$$

$\eta_{fi}$ — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении $i$-го слоя аэродромной одежды и основания, кДж/м$^3$:

$$\eta_{fi} = 0{,}5\theta_{mp}C_{fi} + \rho_{di}\,(w_i - w_{wi})\,334;$$

$\tau_f$ — продолжительность периода отрицательных температур на поверхности покрытия, ч:

$$\tau_f = \sum \tau_j;$$

$\tau_j$ — продолжительность $j$-го месяца с отрицательной среднемесячной температурой воздуха, ч;

$\theta_{mp}$ — абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной среднемесячной температуре воздуха $t_{ma}$.

**9.** При применении в конструкциях оснований термоизолирующих слоев из пенопластов с закрытыми порами толщина теплоизоляции $t_w$, м, должна определяться по формуле

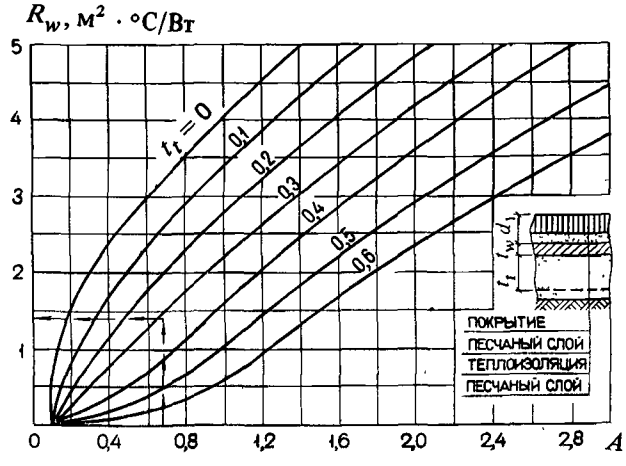
$$t_w = R_w\,\lambda , \qquad (6)$$

где $R_w$ — термическое сопротивление теплоизоляции, м$^2$·°С/Вт, определяемое по номограмме черт. 2 в зависимости от критерия $A = \frac{Q_m\,\tau_t}{\theta\,\tau_a}$ и допускаемой толщины протаивания под теплоизоляцией $t_t$, м;

$\lambda$ — коэффициент теплопроводности теплоизолирующего слоя, Вт/(м·°С);

$\tau_a$ — продолжительность года, равная 8760 ч.

Примечание. Номограмма составлена для глубины расположения теплоизоляции $d_1 \leqslant 0{,}7$ м при $\lambda = 0{,}06$ Вт/(м·°С).




Черт. 2. Номограмма для определения термического сопротивления теплоизоляции

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

*Обязательное*

## РАСЧЕТ ОСНОВАНИЙ НА ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТАХ

Расчет оснований аэродромных покрытий, возводимых на пучинистых грунтах, заключается в определении толщины стабильного слоя, обеспечивающего снижение деформации пучения $s_f$ до допустимого значения $s_u$.

Толщину стабильного слоя надлежит определять в такой последовательности.

1. Ориентировочно назначается толщина искусственного основания.

2. С учетом толщины слоев аэродромной одежды и основания определяется высота последнего ($n$-го) пучащего слоя грунта $H_n$, м, по формуле

$$H_n = 1{,}9\sqrt{2\lambda_f \tau_f}\left(\sqrt{\frac{\theta_{mp}}{\eta_f}} - \sqrt{\frac{t_0}{\eta_{f0}}}\right) - \sum_{i=1}^{m-1} t_i \sqrt{\frac{\lambda_f \eta_{fi}}{\lambda_{fi} \eta_f}}, \qquad (1)$$

где $\lambda_f$, $\lambda_{fi}$ — коэффициенты теплопроводности соответственно последнего ($n$-го) пучащего слоя грунта и $i$-го слоя аэродромной одежды и основания, Вт/(м·°С);

$\theta_{mp}$ — абсолютная средняя температура на поверхности покрытия за период промерзания, °С, принимаемая равной средней температуре воздуха $t_{ma}$;

$t_0$ — температура начала пучения грунта, °С, принимаемая по табл. 1;

$\tau_f = \Sigma \tau_j$ — продолжительность периода отрицательных температур на поверхности покрытия, ч;

$\tau_j$ — продолжительность $j$-го месяца с отрицательной среднемесячной температурой воздуха, ч;

$i$ — номер слоя аэродромной одежды и основания;

$m$ — число слоев аэродромной одежды и основания;

$t_i$ — толщина $i$-го слоя аэродромной одежды и основания, м;

$\eta_f$ — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении $n$-го слоя грунта, кДж/м$^3$:

$$\eta_f = 0{,}5\theta_{mp} C_f + \rho_d (w - w_w)\, 334;$$

$\eta_{fi}$ — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении $i$-го слоя аэродромной одежды и основания, кДж/м$^3$:

$$\eta_{fi} = 0{,}5\theta_{mp} C_{fi} + \rho_{di} (w_i - w_{wi})\, 334;$$

$\eta_{f0}$ — количество тепла, выделяемое при фазовых переходах и охлаждении грунта, расположенного ниже изотермы начала пучения, кДж/м$^3$:

$$\eta_{f0} = 0{,}05 t_0 C_f + \rho_d (w - w_w)\, 334;$$

$C_f$, $C_{fi}$ — теплоемкость, кДж/(м$^3$·°С);

$\rho_d$, $\rho_{di}$ — плотность сухого грунта или материала, кг/м$^3$;

$w$, $w_i$ — суммарная влажность, доли единицы;

$w_w$, $w_{wi}$ — влажность грунта или материала за счет содержания в них незамерзшей воды, доли единицы, соответственно последнего ($n$-го) пучащего слоя грунта и $i$-го слоя аэродромной одежды и основания.

Значения $\rho_{di}$, $\lambda_{fi}$, $C_{fi}$, $w_i$ для материалов аэродромной одежды и основания принимают по табл. 1, значения $\lambda_{f(i)}$ и $C_{f(i)}$ для грунтов естественного основания — по табл. 2 обязательного приложения 6, значения $\rho_{d(i)}$, $w_{(i)}$ и $w_{w(i)}$ — по данным инженерно-геологических изысканий.

Значение $w_w$ допускается определять по формуле

$$w_w = k_w w_p, \qquad (2)$$

где $k_w$ — коэффициент, принимаемый по табл. 2;

$w_p$ — влажность грунта на границе раскатывания, принимаемая по данным инженерно-геологических изысканий.

Таблица 1

| Грунты | Температура начала пучения $t_0$, минус, °С |
|---|---|
| Пески: | |
| гравелистые и крупные | 0 |
| мелкие и пылеватые | 0,2 |
| Супеси | 0,4 |
| Суглинки: | |
| мягкопластичные | 0,6 |
| тугопластичные | 0,8 |
| полутвердые | 1,0 |
| Глины: | |
| мягкопластичные | 1,1 |
| тугопластичные | 1,3 |
| полутвердые | 1,5 |

Таблица 2

| Грунты | Число пластичности | $k_w$ |
|---|---|---|
| Пески и супеси | $I_p \leqslant 0{,}02$ | 0 |
| Супеси | $0{,}02 < I_p \leqslant 0{,}07$ | 0,35 |
| Суглинки | $0{,}07 < I_p \leqslant 0{,}13$ | 0,50 |
| | $0{,}13 < I_p \leqslant 0{,}17$ | 0,55 |
| Глины | $I_p > 0{,}17$ | 0,65 |

3. Определяется расчетное значение деформации пучения основания $s_f$, м, согласно расчетной схеме черт. 1 по формуле

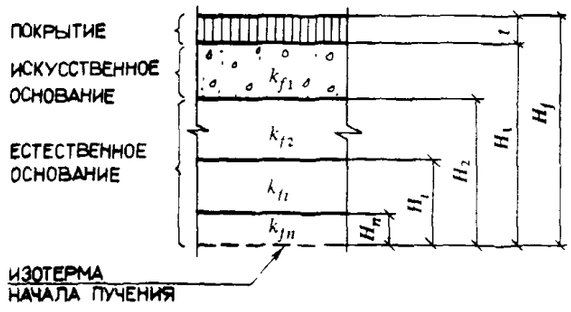
$$s_f = H_1 m_{z1} k_{f1} + \sum_{i=2}^{n} H_i m_{zi} (k_{fi} - k_{f(i-1)}), \qquad (3)$$

где $H_i$ – высота промерзающего слоя основания за вычетом слоев, лежащих выше $i$-го слоя, м;

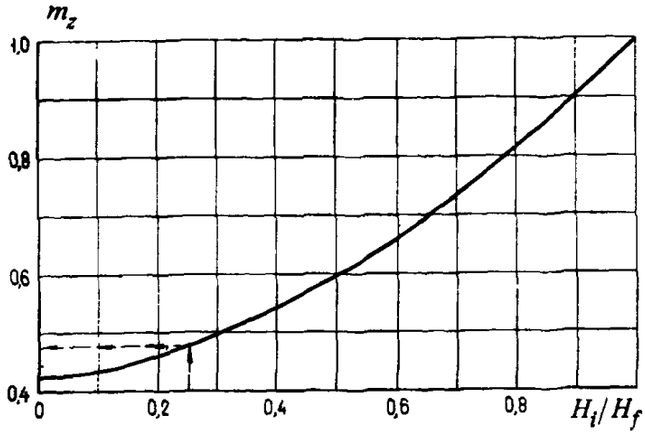
$m_{zi}$ – коэффициент, учитывающий снижение интенсивности пучения по глубине и определяемый по графику черт. 2 в зависимости от отношения $H_i/H_f$;

$H_f$ – высота промороженной толщи аэродромной одежды и основания до изотермы начала пучения, м;

$k_{fi}$ – коэффициент морозного пучения $i$-го слоя, принимаемый по табл. 3.




Черт. 1. Расчетная схема слоистого основания




Черт. 2. График для определения коэффициента $m_z$

4. Если при I и II принципах использования грунтов в качестве естественных оснований глубина сезонного оттаивания $d_t$, определенная по формуле (3) обязательного приложения 6, меньше $H_f$, то в расчетах деформации пучения $H_f$ следует принимать равным $d_t$, а высоту последнего ($n$-го) пучащего слоя определять по формуле

$$H_n = d_t - \sum_{i=1}^{m-1} t_i. \qquad (4)$$

Таблица 3

| Грунты | Коэффициент морозного пучения $k_f$ при типе гидрогеологических условий | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| Пески: | | | |
| гравелистые | 0 | 0 | 0,01 |
| крупные | 0 | 0,01 | 0,02 |
| средней крупности | 0 | 0,01 | 0,03 |
| мелкие с содержанием частиц размером менее 0,05 мм, %: | | | |
| до 2 | 0 | 0,01 | 0,03 |
| св. 2 до 15 | 0,01 | 0,02 | 0,04 |
| пылеватые | 0,02 | 0,05 | 0,10 |
| Супеси: | | | |
| с содержанием песчаных частиц размером от 0,25 до 0,05 мм, %: | | | |
| 20 и менее | 0,01 | 0,03 | 0,10 |
| св. 20 | 0,03 | 0,05 | 0,12 |
| пылеватые | 0,04 | 0,08 | 0,20 |
| Суглинки: | | | |
| с содержанием глинистых частиц, %: | | | |
| от 10 до 20 | 0,02 | 0,04 | 0,12 |
| св. 20 „ 30 | 0,03 | 0,05 | 0,14 |
| пылеватые | 0,04 | 0,06 | 0,20 |
| Глина | 0,03 | 0,05 | 0,10 |

Примечания: 1. Значения расчетного коэффициента пучения для крупнообломочных грунтов принимают в зависимости от вида заполнителя (песок, супесь и т. д.), вводя понижающий коэффициент, равный: 0,5 — при содержании заполнителя от 10 до 30 % массы грунта; 0,7 — при содержании заполнителя от 30 до 50 % массы грунта.

2. Наличие в грунтах минералов группы каолинита, новообразований в виде орштейна, а также прослоек оглеенных и глинистых грунтов в песках повышает коэффициент пучения на 0,01 для гидрогеологических условий 1-го и 2-го типов и на 0,02 — для гидрогеологических условий 3-го типа. Наличие в грунтах новообразований в виде карбонатов, белоглазки, лжемицелия, а также доуплотнение грунтов естественного основания до плотности, близкой к максимальной при стандартном уплотнении, снижают коэффициент пучения на 0,01 для гидрогеологических условий 1-го и 2-го типов и на 0,02 — для гидрогеологических условий 3-го типа.

5. Расчетная величина пучения сравнивается с допускаемым значением деформации пучения; в случае невыполнения условия (9), установленного в п. 4.33, или если величина пучения меньше допускаемой более чем на 5 %, производится корректировка толщины искусственного основания и расчет повторяется.

Примечание. Толщина покрытия должна определяться расчетом на прочность.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

*Обязательное*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЖИМАЮЩИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ГРУНТЕ ОТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ И СОБСТВЕННОГО ВЕСА КОНСТРУКЦИИ

1. Сжимающие напряжения в грунте от собственного веса грунта и аэродромной одежды $\sigma_{zq}$, кПа, определяют по формуле

$$\sigma_{zq} = \Sigma\, t_{ci}\, \rho_{di}\, g + a_z\, \rho_{d0}\, g\,, \qquad (1)$$

где $t_{ci}$ – толщина конструктивного слоя, м;

$\rho_{di}$ – плотность материала конструктивного слоя, т/м$^3$;

$a_z$ – расстояние от низа аэродромной одежды до рассматриваемой точки грунта, м;

$g = 9{,}81$ м/с$^2$ – ускорение свободного падения;

$\rho_{d0}$ – плотность грунта, т/м$^3$.

2. Сжимающие напряжения в грунте от эксплуатационной нагрузки $\sigma_{zp}$, кПа, определяют по формуле

$$\sigma_{zp} = k_z\, p_k, \qquad (2)$$

где $p_k$ – максимальное значение контактного давления на поверхности грунтового основания, кПа.

3. Максимальное значение контактного давления $p_k$, кПа, для жестких покрытий следует определять по формулам:

для одноколесной опоры

$$p_k = 0{,}12\frac{F_d\, k_p}{l^2}\,; \qquad (3)$$

для многоколесной опоры

$$p_k = 0{,}0081\frac{F_d}{l^2}\sum_1^{n_k}\left(4 - \frac{a_i}{l}\right)^2 k_p\,, \qquad (4)$$

где $F_d$ – расчетная нагрузка на колесо, кН, определяемая по формуле (11), приведенной в п. 5.52;

$l$ – упругая характеристика плиты покрытия, принимаемая равной 1,0 м при расчете жестких монолитных и 0,5 м при расчете сборных покрытий;

$a_i$ – расстояние от центра тяжести площади контакта всех колес опоры до центра отпечатка $i$-го колеса, м;

$n_k$ – число колес в главной опоре;

$k_p$ – коэффициент, значения которого принимают равными: 5,0 – для одноколесной опоры; 3,5 – для двухколесной опоры; 2,0 – для опоры с четырьмя и бóльшим числом колес;

$k_z$ – коэффициент, представляющий отношение напряжения в грунте на уровне рассматриваемой точки к максимальному контактному давлению на поверхности основания.

4. Максимальное значение контактного давления $p_k$, кПа, для нежестких покрытий следует определять по формуле

$$p_k = k_p\, \bar{p}_k\, p_a, \qquad (5)$$

где $p_a$ – внутреннее давление воздуха в пневматиках колес, кПа;

$k_p$ – см. п. 3;

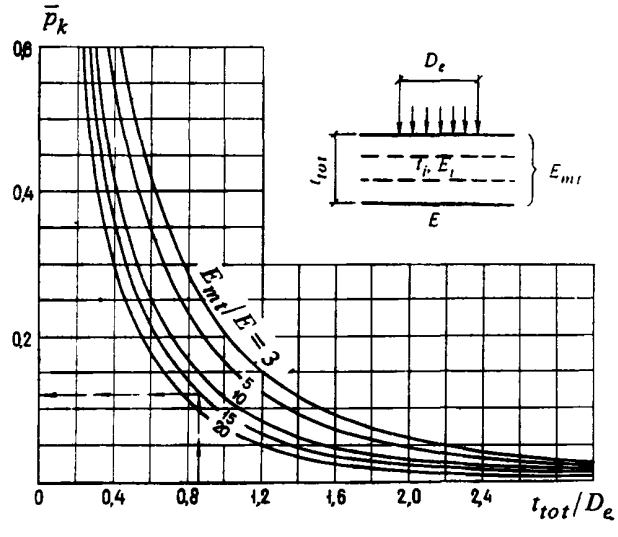
$\bar{p}_k$ – удельное контактное давление на поверхности грунтового основания, определяемое по номограмме в зависимости от отношений $\frac{E_{mt}}{E}$ и $\frac{t_{tot}}{D_e}$;

$E$ – модуль упругости грунтового основания, МПа;

$E_{mt}$ – средний модуль упругости нежесткой конструкции [см. формулу (26), п. 5.61], МПа;

$t_{tot}$ – общая толщина нежесткой конструкции, м;

$D_e$ – диаметр круга, м, равновеликого площади отпечатка пневматика одноколесной эквивалентной нагрузки, определяемый по формуле (28), приведенной в п. 5.64.




Номограмма для определения удельных контактных давлений $\bar{p}_k$ на поверхности грунтового основания нежестких покрытий

5. Значения коэффициента $k_z$ надлежит определять по табл. 1 в зависимости от отношения эквивалентного расстояния $a_e$ от рассматриваемой точки до подошвы плиты покрытия к условному диаметру круга передачи нагрузки от плиты покрытия к искусственному основанию $D_r$ для жестких покрытий и отношения $\frac{a_z}{D_r}$ для нежестких покрытий.

Таблица 1

| $\frac{a_e}{D_r}$ или $\frac{a_z}{D_r}$ | $k_z$ | $\frac{a_e}{D_r}$ или $\frac{a_z}{D_r}$ | $k_z$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 1,000 | 1,8 | 0,106 |
| 0,2 | 0,949 | 2,0 | 0,087 |
| 0,4 | 0,756 | 2,2 | 0,073 |
| 0,6 | 0,547 | 2,4 | 0,062 |
| 0,8 | 0,390 | 2,6 | 0,053 |
| 1,0 | 0,284 | 3,2 | 0,036 |
| 1,2 | 0,213 | 3,8 | 0,025 |
| 1,4 | 0,165 | 4,4 | 0,019 |
| 1,6 | 0,130 | 5,0 | 0,015 |

**6.** Эквивалентное расстояние $a_e$, м, следует определять по формуле

$$a_e = a_z + \Sigma\, t_i\, k_{0i}, \qquad (6)$$

где $a_z$ — см. п. 1;

$t_i$ — толщина $i$-го конструктивного слоя искусственного основания, м;

$k_{0i}$ — коэффициент, принимаемый по табл. 2.

Таблица 2

| Материал конструктивного слоя искусственного основания жестких покрытий | Коэффициент $k_{0i}$ |
|---|---|
| Песок | 1,5 |
| Грунтогравийные, грунтощебеночные смеси, не обработанные вяжущими | 2,5 |
| То же, обработанные органическими вяжущими; щебень, уложенный по способу расклинцовки | 3,5 |
| Пескоцемент, грунтоцемент; грунты, обработанные золой уноса | 6,0 |

**7.** Условный диаметр круга передачи нагрузки от плиты покрытия на искусственное основание жестких и нежестких покрытий $D_r$, м, надлежит определять по формуле

$$D_r = 1{,}13\sqrt{\frac{F_d}{p_k}}, \qquad (7)$$

где $F_d$ — расчетная нагрузка на опору воздушного судна, кН.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

*Обязательное*

## ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

Таблица 1

| Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе $B_{btb}$ | Расчетное сопротивление растяжению при изгибе, МПа (кгс/см$^2$), при расчете | | Начальный модуль упругости бетона $E_b$, МПа (кгс/см$^2$) | |
|---|---|---|---|---|
| | по прочности $R_{btb}$ | по образованию трещин $R_{btb,\,ser}$ | тяжелого | мелкозернистого (песчаного) |
| 2,8/35 | 2,26 (23) | — | $2{,}60\cdot10^4$ ($2{,}65\cdot10^5$) | $2{,}16\cdot10^4$ ($2{,}20\cdot10^5$) |
| 3,2/40 | 2,75 (28) | — | $2{,}84\cdot10^4$ ($2{,}90\cdot10^5$) | $2{,}31\cdot10^4$ ($2{,}35\cdot10^5$) |
| 3,6/45 | 3,04 (31) | 3,60 (37,5) | $3{,}04\cdot10^4$ ($3{,}10\cdot10^5$) | $2{,}45\cdot10^4$ ($2{,}50\cdot10^5$) |
| 4,0/50 | 3,43 (35) | 4,00 (41,5) | $3{,}24\cdot10^4$ ($3{,}30\cdot10^5$) | $2{,}60\cdot10^4$ ($2{,}65\cdot10^5$) |
| 4,4/55 | 3,73 (38) | 4,40 (45,0) | $3{,}53\cdot10^4$ ($3{,}60\cdot10^5$) | — |
| 4,8/60 | 4,10 (42) | 4,80 (50,0) | $3{,}53\cdot10^4$ ($3{,}60\cdot10^5$) | — |
| 5,2/65 | 4,40 (45) | 5,20 (54,0) | $3{,}73\cdot10^4$ ($3{,}80\cdot10^5$) | — |
| 5,6/70 | 4,80 (49) | 5,60 (58,0) | $3{,}73\cdot10^4$ ($3{,}80\cdot10^5$) | — |
| 6,0/75 | 5,10 (52) | 6,00 (62,0) | $3{,}82\cdot10^4$ ($3{,}90\cdot10^5$) | — |
| 6,4/80 | 5,50 (56) | 6,40 (66,0) | $3{,}82\cdot10^4$ ($3{,}90\cdot10^5$) | — |

Примечания: 1. Перед чертой указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе $B_{btb}$, после черты — соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе $P_u$.

2. Классы бетона отвечают гарантированной прочности бетона на растяжение при изгибе с обеспеченностью 0,95.

3. Начальный модуль упругости мелкозернистого бетона приведен для бетона естественного твердения, приготовленного из песков с модулем крупности свыше 2,0; для бетона естественного твердения, приготовленного из песков с модулем крупности менее 2,0, табличные значения следует умножать на 0,9.

Таблица 2

| Асфальтобетонные смеси для нежестких покрытий | Сопротивление растяжению при изгибе $R_d$, МПа, при расчетной температуре асфальтобетона, °С | | | Модуль упругости $E_{ab}$, МПа, при расчетной температуре асфальтобетона, °С | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 20 | 30 | 10 | 20 | 30 |
| Плотные марок: | | | | | | |
| I | 2,8/2,4 | 2,4/2,1 | 2,1/1,8 | $15 \cdot 10^2$ | $10 \cdot 10^2$ | $7 \cdot 10^2$ |
| II | 2,2/1,9 | 2,0/1,7 | 1,7/1,4 | $12 \cdot 10^2$ | $8 \cdot 10^2$ | $5 \cdot 10^2$ |
| III | 2,1/1,8 | 1,9/1,6 | 1,6/1,3 | $9 \cdot 10^2$ | $6 \cdot 10^2$ | $4 \cdot 10^2$ |
| Пористые | 1,7/1,4 | 1,5/1,3 | 1,3/1,1 | $9 \cdot 10^2$ | $6 \cdot 10^2$ | $4 \cdot 10^2$ |

Примечания: 1. Для перевода в кгс/см$^2$ значения сопротивлений растяжению при изгибе и модулей упругости следует умножать на 10.

2. Перед чертой указаны значения сопротивлений асфальтобетона растяжению при изгибе для среднесуточного приведенного числа приложений колесных нагрузок расчетных опор по одному следу до 50, после черты — свыше 50.

3. Под расчетной температурой асфальтобетона следует понимать максимальную температуру покрытия в период года, когда несущая способность грунтового основания наименьшая. При отсутствии данных наблюдений за температурой покрытия допускается принимать для I и II дорожно-климатических зон — 10 °С, III зоны — 15, IV зоны — 20, V зоны — 30 °С.

Таблица 3

| Вид бетона для искусственных оснований жестких покрытий | Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе $B_{btb}$ | Расчетное сопротивление растяжению при изгибе $R_{btb}$, МПа | Модуль упругости $E_b$, МПа |
|---|---|---|---|
| Керамзитобетон | 1,6/20 | 1,2 | $12 \cdot 10^3$ |
| | 2,0/25 | 1,5 | $13 \cdot 10^3$ |
| | 2,4/30 | 1,8 | $14 \cdot 10^3$ |
| | 2,8/35 | 2,1 | $15 \cdot 10^3$ |
| Мелкозернистый (песчаный) | 1,6/20 | 1,2 | $14 \cdot 10^3$ |
| | 2,0/25 | 1,5 | $17 \cdot 10^3$ |
| | 2,4/30 | 1,8 | $20 \cdot 10^3$ |
| Шлакобетон | 1,6/20 | 1,2 | $9{,}5 \cdot 10^3$ |

Примечания: 1. Перед чертой указан класс бетона по прочности на растяжение при изгибе $B_{btb}$, после черты — соответствующая ему при коэффициенте вариации прочности 0,135 марка бетона по прочности на растяжение при изгибе $P_u$.

2. См. примеч. 1 к табл. 2.

Таблица 4

| Материал, применяемый для искусственных оснований | Класс по прочности на сжатие по ГОСТ 23558—79 | Расчетное сопротивление растяжению при изгибе $R_{btb}$, МПа | Модуль упругости $E$, МПа, при расчете покрытий | |
|---|---|---|---|---|
| | | | жестких | нежестких |
| Пескоцемент и грунтоцемент, приготовленный из оптимальной грунтовой смеси | 40 | 0,6 | $29 \cdot 10^2$ | $4{,}6 \cdot 10^2$ |
| | 60 | 0,8 | $40 \cdot 10^2$ | $6{,}4 \cdot 10^2$ |
| | 75 | 1,0 | $60 \cdot 10^2$ | $9{,}6 \cdot 10^2$ |
| Грунтоцемент из супесчаных и суглинистых грунтов | 40 | 0,6 | $15 \cdot 10^2$ | $3{,}6 \cdot 10^2$ |
| | 60 | 0,8 | $22 \cdot 10^2$ | $5{,}3 \cdot 10^2$ |
| | 75 | 1,0 | $37 \cdot 10^2$ | $8{,}9 \cdot 10^2$ |
| Грунтоцемент из пылеватых супесей и суглинков | 40 | 0,6 | $14 \cdot 10^2$ | $3{,}4 \cdot 10^2$ |
| | 60 | 0,8 | $19 \cdot 10^2$ | $4{,}6 \cdot 10^2$ |

Примечания: 1. Значения модулей упругости и расчетных сопротивлений растяжению при изгибе приведены для материалов, получаемых способом смешения на месте. Для материалов, получаемых путем смешения в установке, указанные значения $R_{btb}$ и $E$ следует повышать на 30 %.

2. См. примеч. 1 к табл. 2.

Таблица 5

| Грунты и смеси в искусственных основаниях | Модуль упругости $E$, МПа, при расчете покрытий | |
|---|---|---|
| | жестких | нежестких |
| Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси оптимального состава, пески гравелистые, крупные и средней крупности, укрепленные: | | |
| золой уноса или шлаком | $36 \cdot 10^2/24 \cdot 10^2$ | $6 \cdot 10^2/4 \cdot 10^2$ |
| то же, с добавкой цемента или извести | $48 \cdot 10^2/24 \cdot 10^2$ | $8 \cdot 10^2/4 \cdot 10^2$ |
| битумной эмульсией с добавкой цемента | $48 \cdot 10^2/36 \cdot 10^2$ | $8 \cdot 10^2/6 \cdot 10^2$ |
| Крупнообломочные грунты, песчано-гравийные, грунтогравийные и грунтощебеночные смеси неоптимального состава, укрепленные: | | |
| золой уноса или шлаком | $40 \cdot 10^2/27 \cdot 10^2$ | $6{,}5 \cdot 10^2/4{,}5 \cdot 10^2$ |
| то же, с добавкой цемента или извести | $48 \cdot 10^2/24 \cdot 10^2$ | $8 \cdot 10^2/4 \cdot 10^2$ |
| битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы | $48 \cdot 10^2/24 \cdot 10^2$ | $8 \cdot 10^2/4 \cdot 10^2$ |
| Песок и супесь с числом пластичности менее 3, укрепленные: | | |
| золой уноса или шлаком | $30 \cdot 10^2/12 \cdot 10^2$ | $5 \cdot 10^2/2 \cdot 10^2$ |
| то же, с добавкой цемента или извести | $40 \cdot 10^2/15 \cdot 10^2$ | $7 \cdot 10^2/2{,}5 \cdot 10^2$ |
| битумной эмульсией с добавкой цемента или карбамидной смолы | $40 \cdot 10^2/24 \cdot 10^2$ | $7 \cdot 10^2/4 \cdot 10^2$ |
| Супеси с числом пластичности 3 и более, укрепленные: | | |
| золой уноса или шлаком | $30 \cdot 10^2/12 \cdot 10^2$ | $5 \cdot 10^2/2 \cdot 10^2$ |
| то же, с добавкой цемента или извести | $40 \cdot 10^2/12 \cdot 10^2$ | $7 \cdot 10^2/2 \cdot 10^2$ |
| битумной эмульсией с добавкой цемента | $40 \cdot 10^2/24 \cdot 10^2$ | $7 \cdot 10^2/4 \cdot 10^2$ |
| то же, карбамидной смолы | $48 \cdot 10^2/24 \cdot 10^2$ | $8 \cdot 10^2/4 \cdot 10^2$ |
| Суглинки, укрепленные золой уноса или шлаком с добавкой цемента или извести | $24 \cdot 10^2/6 \cdot 10^2$ | $4 \cdot 10^2/1 \cdot 10^2$ |
| Щебень, обработанный вязким битумом смешением в установке, с пределом прочности при сжатии исходной скальной породы, МПа: | | |
| от 100 до 80 | $45 \cdot 10^2/36 \cdot 10^2$ | $7 \cdot 10^2/6 \cdot 10^2$ |
| менее 80 до 60 | $36 \cdot 10^2/30 \cdot 10^2$ | $6 \cdot 10^2/5 \cdot 10^2$ |
| „ 60 „ 30 | $30 \cdot 10^2/18 \cdot 10^2$ | $5 \cdot 10^2/3 \cdot 10^2$ |
| Щебень, обработанный вязким битумом способом пропитки на толщину от 6,5 до 8 см | $36 \cdot 10^2/30 \cdot 10^2$ | $6 \cdot 10^2/5 \cdot 10^2$ |
| Асфальтобетон: | | |
| плотный | $60 \cdot 10^2$ | См. табл. 2 |
| пористый | $36 \cdot 10^2$ | То же |

Примечания: 1. Материалы, применяемые в искусственных основаниях, рассчитываемых на нормативные нагрузки V и VI категорий, укрепленные золой уноса или шлаком с добавками и без них, должны иметь предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов от 2 до 4 МПа, а укрепленные битумной эмульсией с добавками цемента или карбамидной смолы либо вязким битумом — от 1,5 до 2,5 МПа при пределе прочности на растяжение при изгибе не менее 0,6 МПа. Материалы, применяемые в искусственных основаниях, рассчитываемых на нормативные нагрузки IV категории и выше, должны иметь предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов не менее 4 и 2,5 МПа соответственно, предел прочности на растяжение при изгибе водонасыщенных образцов — не менее 1 МПа. Испытания образцов материалов, укрепленных битумной эмульсией или вязким битумом, должны проводиться при температуре 20 °С.

2. Прочностные характеристики асфальтобетона должны соответствовать ГОСТ 9128—84.

3. Максимальные значения модулей упругости грунтов следует принимать при приготовлении смесей в смесительных установках и укладке смесей бетоноукладчиками или при приготовлении смесей однопроходными грунтосмесительными машинами. Минимальные значения модулей упругости следует принимать при обработке грунтов дорожными фрезами.

4. Расчетные значения модулей упругости для грунтов, укрепленных жидким битумом с цементом, следует принимать в 1,5 раза меньше значений, указанных для грунтов, укрепленных битумной эмульсией с цементом.

5. Бóльшие значения модулей упругости материалов, обработанных органическими вяжущими, относятся к районам с умеренным климатом, меньшие — с мягким климатом (см. п. 5.5).

6. Для перевода в кгс/см$^2$ значения модулей упругости следует умножать на 10.

Таблица 6

| Грунты, смеси, материалы в искусственных основаниях жестких и нежестких покрытий | Модуль упругости $E$, МПа | Коэффициент постели $K_S$, МН/м$^3$ |
|---|---|---|
| Щебень из природного камня, уложенный способом расклинцовки, с пределом прочности при сжатии, МПа: | | |
| 100 | $4{,}5\cdot10^2$ | $4{,}5\cdot10^2$ |
| 80 | $3{,}5\cdot10^2$ | $3{,}5\cdot10^2$ |
| 60 | $3{,}0\cdot10^2$ | $3{,}0\cdot10^2$ |
| Нефракционированный щебень, гравий с пределом прочности при сжатии не менее 60 МПа, содержащие частицы, %: | | |
| крупнее 2 мм: / мельче 0,05 мм: | | |
| св. 85 / до 3 | $2{,}7\cdot10^2$ | $2{,}7\cdot10^2$ |
| св. 70 до 85 / св. 3 до 7 | $2{,}1\cdot10^2$ | $2{,}1\cdot10^2$ |
| „ 60 „ 70 / „ 7 „ 10 | $1{,}8\cdot10^2$ | $1{,}8\cdot10^2$ |
| „ 50 „ 60 / „ 10 „ 12 | $1{,}6\cdot10^2$ | $1{,}6\cdot10^2$ |
| Щебень, укрепленный пескоцементом способом смешения, при содержании пескоцемента, % к массе щебня: | | |
| 40 | $22\cdot10^2$ | $11\cdot10^2$ |
| 30 | $17\cdot10^2$ | $8{,}5\cdot10^2$ |
| 20 | $10\cdot10^2$ | $5\cdot10^2$ |
| 10 | $6\cdot10^2$ | $3\cdot10^2$ |
| Щебень, укрепленный способом пропитки пескоцементной смесью с расходом пескоцемента 25 % массы щебня | $18\cdot10^2$ | $9\cdot10^2$ |
| Грунтогравийные, грунтощебеночные, песчано-гравийные, пескощебеночные смеси: | | |
| крупнозернистые (частиц крупнее 10 мм св. 50 %) | $2{,}8\cdot10^2$ | $2{,}8\cdot10^2$ |
| среднезернистые ( „ „ 2 мм св. 50 %) | $2{,}5\cdot10^2$ | $2{,}5\cdot10^2$ |
| мелкозернистые ( „ „ 2 мм от 25 до 50 %) | $1{,}8\cdot10^2$ | $1{,}8\cdot10^2$ |
| Галечниковый грунт (частиц крупнее 10 мм св. 50 %) | $2{,}8\cdot10^2$ | $2{,}8\cdot10^2$ |
| Песок: | | |
| гравелистый | $1{,}5\cdot10^2$ | $1{,}5\cdot10^2$ |
| крупный | $1{,}3\cdot10^2$ | $1{,}3\cdot10^2$ |
| средней крупности | $1{,}2\cdot10^2$ | $1{,}2\cdot10^2$ |
| Кислые металлургические шлаки, уложенные способом расклинцовки | $4{,}2\cdot10^2$ | $4{,}2\cdot10^2$ |
| Основные металлургические шлаки гранулометрического состава: | | |
| *подобранного:* | | |
| активные | $4{,}0\cdot10^2$ | $4{,}0\cdot10^2$ |
| малоактивные | $2{,}5\cdot10^2$ | $2{,}5\cdot10^2$ |
| неподобранного | $1{,}7\cdot10^2$ | $1{,}7\cdot10^2$ |
| Дресва:. | | |
| из изверженных горных пород | $1{,}4\cdot10^2$ | $1{,}4\cdot10^2$ |
| из осадочных известняков | $0{,}9\cdot10^2$ | $0{,}9\cdot10^2$ |
| Мелкий ракушечник | $0{,}9\cdot10^2$ | $0{,}9\cdot10^2$ |
| Малопрочные песчаники | $1{,}1\cdot10^2$ | $1{,}1\cdot10^2$ |

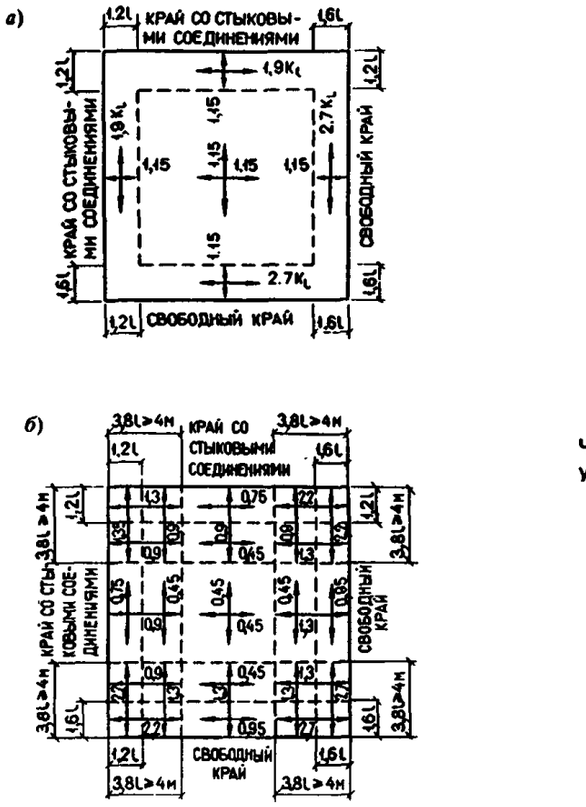
*Примечания:* 1. *При назначении расчетных характеристик щебня, укрепленного пескоцементом, принято, что пескоцемент содержит цемента марки 400 12 % массы песка.*

2. Для перевода в кгс/см$^2$ значения модулей упругости следует умножать на 10, а для перевода в кгс/см$^3$ значения коэффициентов постели — делить на 10.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

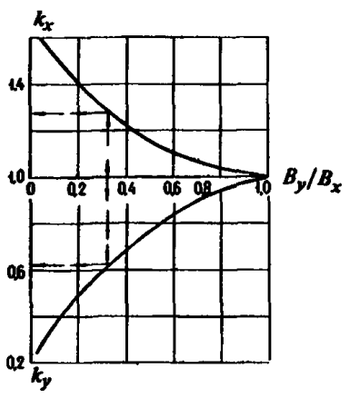
*Обязательное*

## ГРАФИКИ, НОМОГРАММЫ И ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА АЭРОДРОМНЫХ ОДЕЖД

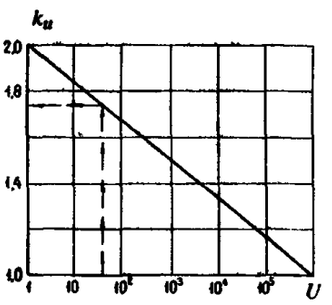



Черт. 1. Значения переходных коэффициентов $k$

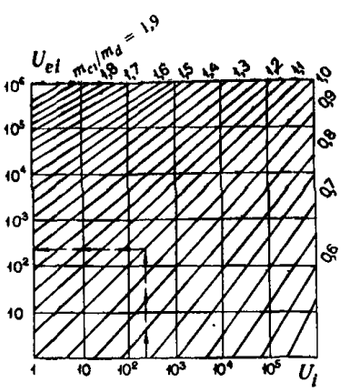
*а* — для положительных изгибающих моментов; *б* — для отрицательных изгибающих моментов; *в* — график для определения поправочного коэффициента $k_l$ к переходному коэффициенту $k$



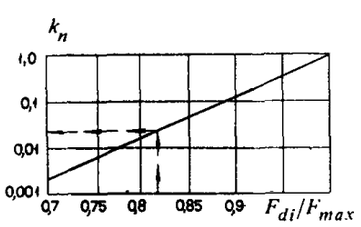

Черт. 2. График для определения коэффициентов $k_x$ и $k_y$, учитывающих перераспределения внутренних усилий в ортотропных плитах



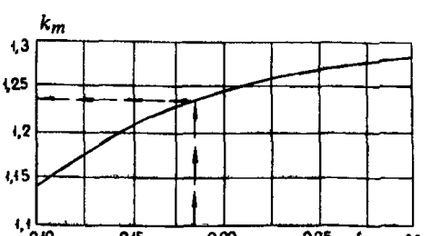

Черт. 3. График для определения коэффициента $k_u$



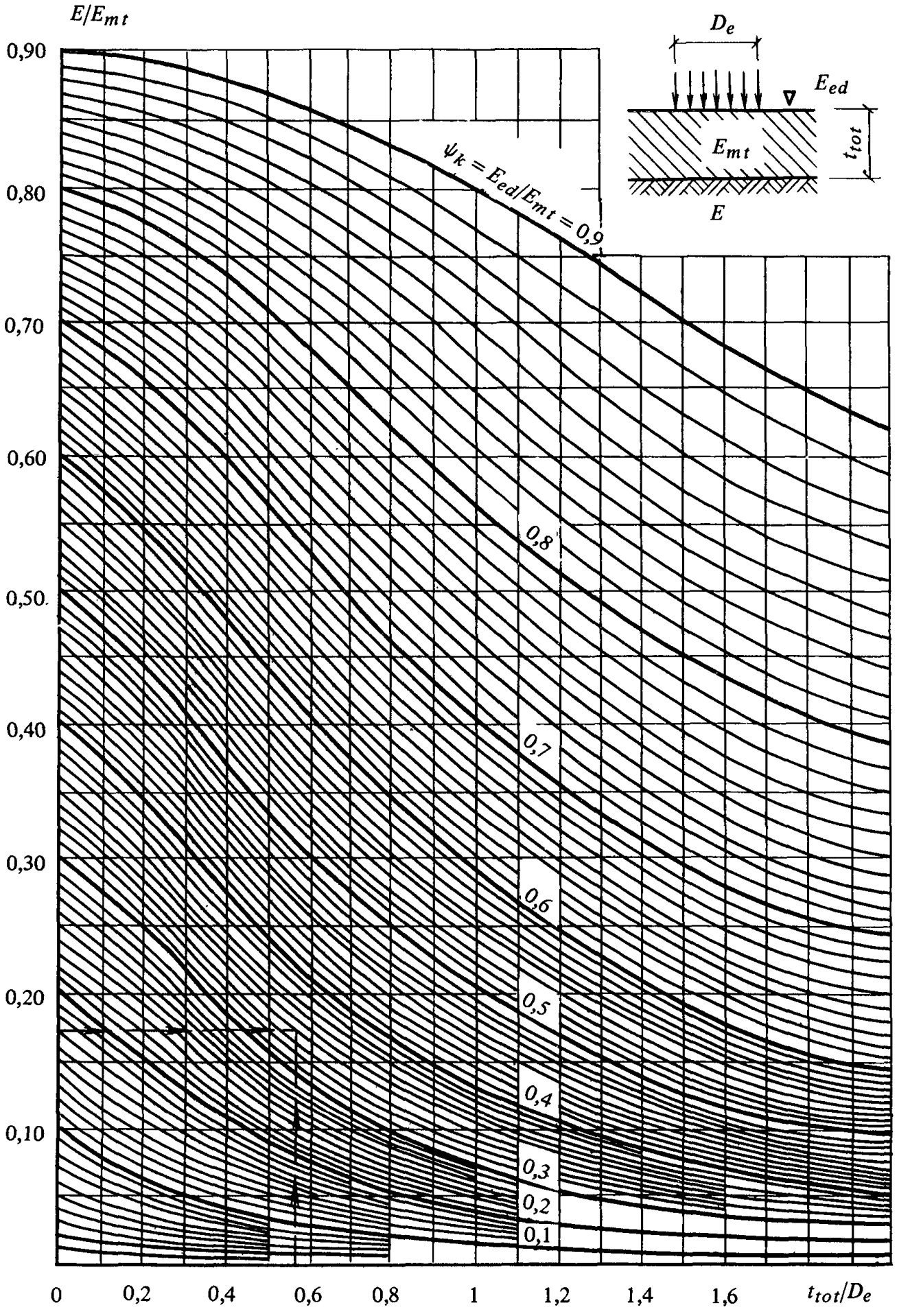

Черт. 4. Номограмма для определения эквивалентного числа приложения нагрузки $U_{ei}$



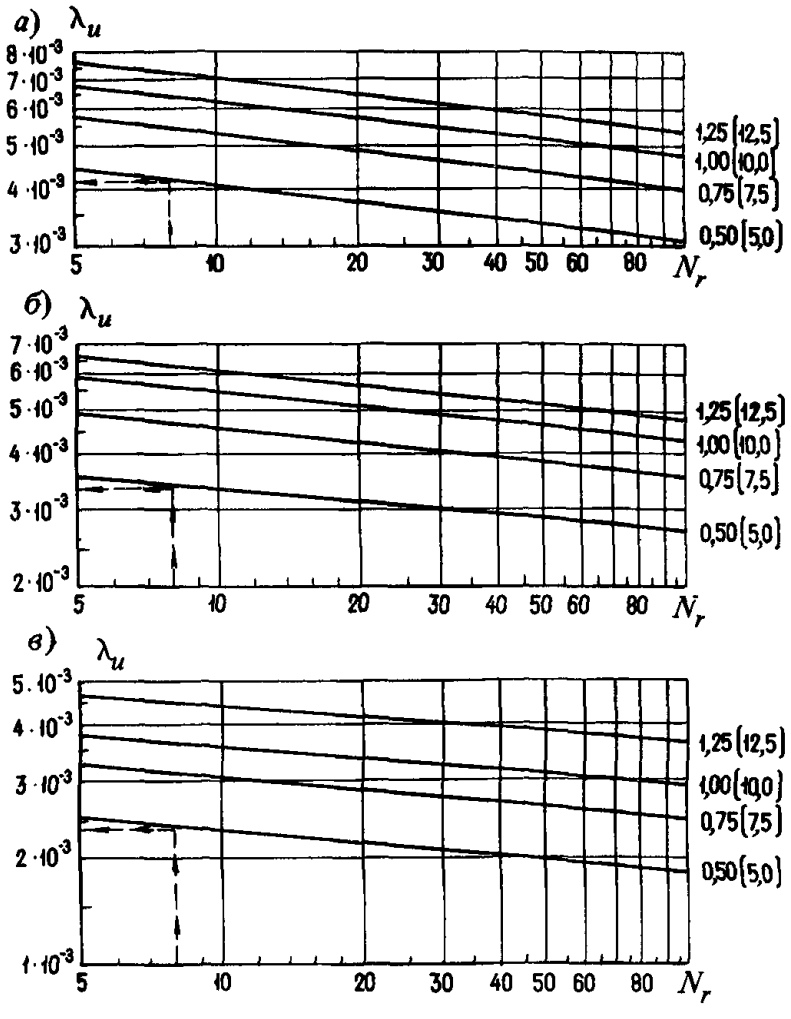

Черт. 5. График для определения коэффициента $k_n$ для жестких покрытий




Черт. 6. График для определения поправочного коэффициента $k_m$ при расчете толщины усиления бетонного покрытия

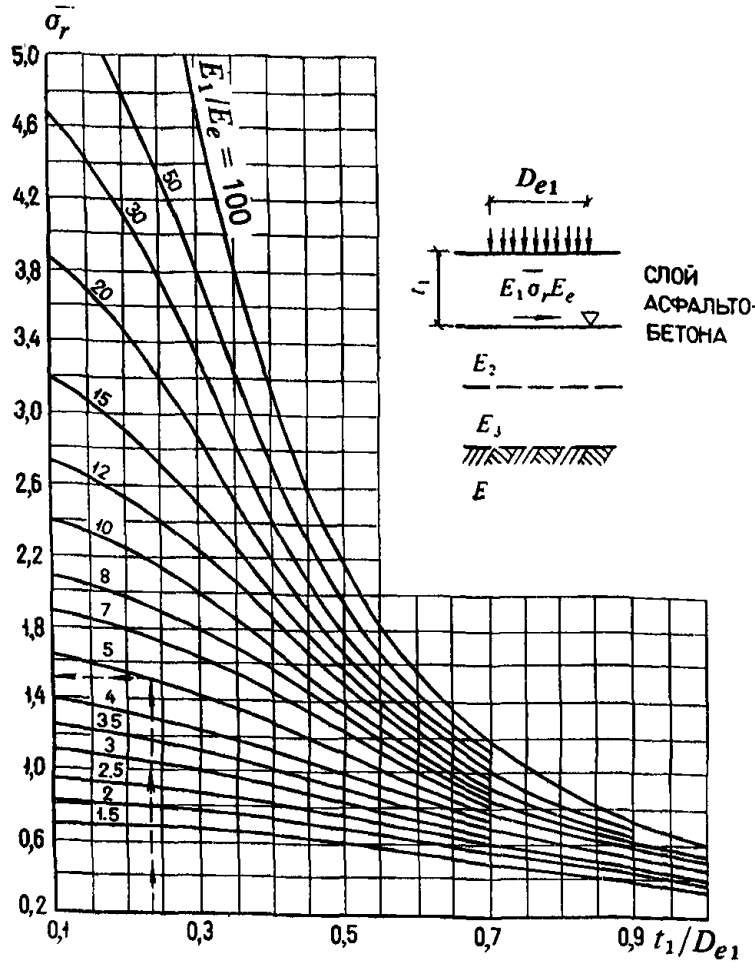



Черт. 7. Номограмма для определения коэффициента $\psi_k$ для нежесткого покрытия

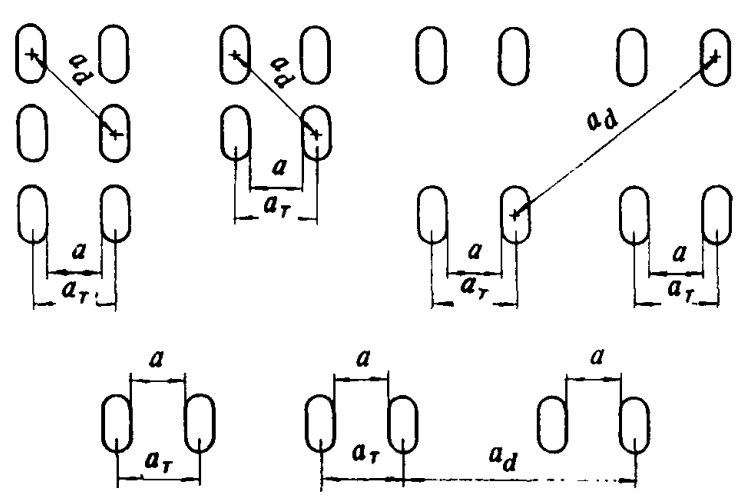



Черт. 8. График для определения предельных относительных прогибов $\lambda_u$, м, нежестких аэродромных покрытий, устраиваемых на грунтах

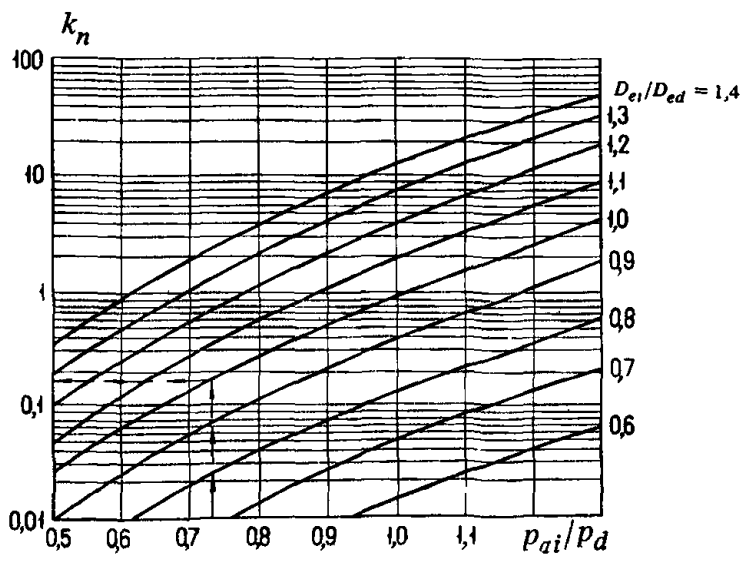
*а* — суглинках, глинах, супесях (включая грунты с примесью гравия); *б* — песчаных пылеватых; *в* — песчаных крупных, средней крупности и мелких, галечниковых; цифры на линиях графика обозначают внутреннее давление воздуха в пневматиках колес воздушного судна, $p_a$, МПа (кгс/см$^2$)




Черт. 9. Номограмма для определения удельных растягивающих напряжений при изгибе $\bar{\sigma}_r$ в асфальтобетоне




Черт. 10. Расчетные расстояния $a$, $a_T$ и $a_d$ между колесами опор воздушных судов




Черт. 11. Номограмма для определения коэффициентов приведения нагрузки к расчетной $k_n$ для нежестких покрытий

Таблица 1

| $\alpha$ | $f(\alpha)$ | $\alpha$ | $f(\alpha)$ | $\alpha$ | $f(\alpha)$ | $\alpha$ | $f(\alpha)$ | $\alpha$ | $f(\alpha)$ | $\alpha$ | $f(\alpha)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0,24 | 0,1904 | 0,48 | 0,1275 | 0,72 | 0,0922 | 0,96 | 0,0687 | 2,00 | 0,0204 |
| 0,02 | 0,4209 | 0,26 | 0,1831 | 0,50 | 0,1239 | 0,74 | 0,0899 | 0,98 | 0,0671 | 2,20 | 0,0161 |
| 0,04 | 0,3565 | 0,28 | 0,1763 | 0,52 | 0,1204 | 0,76 | 0,0877 | 1,00 | 0,0655 | 2,40 | 0,0126 |
| 0,06 | 0,3188 | 0,30 | 0,1700 | 0,54 | 0,1171 | 0,78 | 0,0855 | 1,10 | 0,0582 | 2,60 | 0,0097 |
| 0,08 | 0,2921 | 0,32 | 0,1641 | 0,56 | 0,1139 | 0,80 | 0,0834 | 1,20 | 0,0513 | 2,80 | 0,0075 |
| 0,10 | 0,2714 | 0,34 | 0,1586 | 0,58 | 0,1108 | 0,82 | 0,0814 | 1,30 | 0,0462 | 3,00 | 0,0057 |
| 0,12 | 0,2545 | 0,36 | 0,1534 | 0,60 | 0,1079 | 0,84 | 0,0794 | 1,40 | 0,0411 | 3,20 | 0,0043 |
| 0,14 | 0,2402 | 0,38 | 0,1485 | 0,62 | 0,1050 | 0,86 | 0,0775 | 1,50 | 0,0366 | 3,40 | 0,0032 |
| 0,16 | 0,2278 | 0,40 | 0,1438 | 0,64 | 0,1023 | 0,88 | 0,0756 | 1,60 | 0,0326 | 3,60 | 0,0023 |
| 0,18 | 0,2169 | 0,42 | 0,1395 | 0,66 | 0,0997 | 0,90 | 0,0738 | 1,70 | 0,0291 | 3,80 | 0,0016 |
| 0,20 | 0,2072 | 0,44 | 0,1353 | 0,68 | 0,0971 | 0,92 | 0,0721 | 1,80 | 0,0259 | 4,00 | 0,0011 |
| 0,22 | 0,1984 | 0,46 | 0,1313 | 0,70 | 0,0946 | 0,94 | 0,0704 | 1,90 | 0,0230 | | |

Таблица 2

| $\eta(\xi)$ | Значения $\overline{m}_{xi}$ и $\overline{m}_{yi}$ при $\xi(\eta)$ в расчетном сечении плиты аэродромного жесткого покрытия от воздействия $i$-го колеса опоры воздушного судна | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 | 0,60 |
| 0 | – | 0,2587 | 0,1918 | 0,1241 | 0,0919 | 0,0667 | 0,0482 | 0,0338 |
| 0,05 | 0,3202 | 0,2578 | 0,2015 | 0,1283 | 0,0950 | 0,0697 | 0,0493 | 0,0345 |
| 0,10 | 0,2578 | 0,2410 | 0,1937 | 0,1323 | 0,1000 | 0,0745 | 0,0526 | 0,0365 |
| 0,20 | 0,1936 | 0,1754 | 0,1723 | 0,1330 | 0,0945 | 0,0725 | 0,0529 | 0,0398 |
| 0,30 | 0,1565 | 0,1489 | 0,1365 | 0,1192 | 0,0925 | 0,0707 | 0,0524 | 0,0467 |
| 0,40 | 0,1307 | 0,1297 | 0,1247 | 0,1119 | 0,0883 | 0,0692 | 0,0523 | 0,0424 |
| 0,50 | 0,1108 | 0,1012 | 0,1007 | 0,0975 | 0,0824 | 0,0659 | 0,0512 | 0,0386 |
| 0,60 | 0,0949 | 0,0887 | 0,0858 | 0,0850 | 0,0722 | 0,0606 | 0,0492 | 0,0379 |
| 0,70 | 0,0824 | 0,0821 | 0,0818 | 0,0765 | 0,0666 | 0,0578 | 0,0462 | 0,0366 |
| 0,80 | 0,0715 | 0,0710 | 0,0700 | 0,0660 | 0,0601 | 0,0516 | 0,0434 | 0,0344 |
| 0,90 | 0,0620 | 0,0619 | 0,0610 | 0,0579 | 0,0530 | 0,0469 | 0,0389 | 0,0323 |
| 1,00 | 0,0543 | 0,0542 | 0,0540 | 0,0504 | 0,0472 | 0,0425 | 0,0366 | 0,0300 |
| 1,10 | 0,0476 | 0,0476 | 0,0474 | 0,0456 | 0,0408 | 0,0372 | 0,0330 | 0,0272 |
| 1,20 | 0,0412 | 0,0412 | 0,0389 | 0,0380 | 0,0372 | 0,0332 | 0,0288 | 0,0245 |
| 1,30 | 0,0360 | 0,0360 | 0,0360 | 0,0340 | 0,0325 | 0,0290 | 0,0259 | 0,0221 |
| 1,40 | 0,0314 | 0,0313 | 0,0311 | 0,0303 | 0,0283 | 0,0260 | 0,0228 | 0,0199 |
| 1,50 | 0,0273 | 0,0272 | 0,0272 | 0,0264 | 0,0247 | 0,0225 | 0,0203 | 0,0175 |
| *1,60* | *0,0240* | *0,0239* | *0,0239* | *0,0230* | *0,0221* | *0,0201* | *0,0181* | *0,0159* |
| 1,70 | 0,0208 | 0,0208 | 0,0208 | 0,0193 | 0,0192 | 0,0177 | 0,0162 | 0,0137 |
| 1,80 | 0,0180 | 0,0179 | 0,0178 | 0,0172 | 0,0166 | 0,0153 | 0,0150 | 0,0121 |
| 1,90 | 0,0156 | 0,0156 | 0,0156 | 0,0150 | 0,0143 | 0,0132 | 0,0130 | 0,0115 |
| 2,00 | 0,0135 | 0,0135 | 0,0134 | 0,0132 | 0,0130 | 0,0126 | 0,0121 | 0,0106 |
| 2,10 | 0,0116 | 0,0116 | 0,0116 | 0,0114 | 0,0112 | 0,0108 | 0,0104 | 0,0101 |
| 2,20 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0096 | 0,0095 | 0,0095 | 0,0092 | 0,0088 | 0,0084 |
| 2,40 | 0,0072 | 0,0072 | 0,0072 | 0,0070 | 0,0069 | 0,0062 | 0,0060 | 0,0059 |
| 2,60 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0051 | 0,0050 | 0,0049 | 0,0047 | 0,0044 | 0,0042 |
| 2,80 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0034 | 0,0033 | 0,0032 | 0,0030 | 0,0028 | 0,0026 |
| 3,00 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0021 | 0,0020 | 0,0019 | 0,0017 |
| 3,20 | 0,0014 | 0,0014 | 0,0014 | 0,0013 | 0,0013 | 0,0012 | 0,0011 | 0,0011 |
| 3,40 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0007 | 0,0007 | 0,0006 | 0,0005 | 0,0004 |
| 3,60 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0,0003 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

*Продолжение табл. 2*

| $\eta(\xi)$ | Значения $\overline{m}_{xi}$ и $\overline{m}_{yi}$ при $\xi(\eta)$ в расчетном сечении плиты аэродромного жесткого покрытия от воздействия $i$-го колеса опоры воздушного судна | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | 1,40 |
| 0 | 0,0219 | 0,0126 | 0,0054 | 0,0011 | −0,0058 | −0,0098 | −0,0132 | −0,0155 |
| 0,05 | 0,0223 | 0,0128 | 0,0054 | 0,0011 | −0,0058 | −0,0098 | −0,0132 | −0,0155 |
| 0,10 | 0,0235 | 0,0138 | 0,0054 | 0,0011 | −0,0058 | −0,0098 | −0,0132 | −0,0155 |
| 0,20 | 0,0252 | 0,0148 | 0,0067 | 0,0013 | −0,0048 | −0,0098 | −0,0128 | −0,0150 |
| 0,30 | 0,0254 | 0,0156 | 0,0084 | 0,0015 | −0,0037 | −0,0083 | −0,0114 | −0,0144 |
| 0,40 | 0,0285 | 0,0173 | 0,0093 | 0,0028 | −0,0022 | −0,0070 | −0,0105 | −0,0132 |
| 0,50 | 0,0275 | 0,0184 | 0,0105 | 0,0041 | −0,0013 | −0,0060 | −0,0094 | −0,0123 |
| 0,60 | 0,0274 | 0,0189 | 0,0111 | 0,0055 | −0,0003 | −0,0046 | −0,0081 | −0,0110 |
| 0,70 | 0,0272 | 0,0192 | 0,0121 | 0,0061 | 0,0010 | −0,0032 | −0,0059 | −0,0098 |
| 0,80 | 0,0264 | 0,0195 | 0,0124 | 0,0069 | 0,0019 | −0,0027 | −0,0050 | −0,0087 |
| 0,90 | 0,0250 | 0,0188 | 0,0127 | 0,0075 | 0,0026 | −0,0014 | −0,0048 | −0,0078 |
| 1,00 | 0,0235 | 0,0175 | 0,0126 | 0,0076 | 0,0032 | −0,0006 | −0,0038 | −0,0058 |
| 1,10 | 0,0220 | 0,0167 | 0,0121 | 0,0077 | 0,0036 | 0 | −0,0030 | −0,0047 |
| 1,20 | 0,0205 | 0,0158 | 0,0112 | 0,0074 | 0,0036 | 0,0006 | −0,0023 | −0,0044 |
| 1,30 | 0,0190 | 0,0146 | 0,0106 | 0,0069 | 0,0038 | 0,0010 | −0,0018 | −0,0042 |
| 1,40 | 0,0165 | 0,0131 | 0,0099 | 0,0067 | 0,0036 | 0,0010 | −0,0012 | −0,0037 |
| 1,50 | 0,0148 | 0,0118 | 0,0092 | 0,0062 | 0,0035 | 0,0020 | −0,0006 | −0,0029 |
| 1,60 | 0,0133 | 0,0107 | 0,0082 | 0,0057 | 0,0032 | 0,0018 | −0,0003 | −0,0025 |
| 1,70 | 0,0118 | 0,0096 | 0,0072 | 0,0056 | 0,0030 | 0,0018 | −0,0002 | −0,0024 |
| 1,80 | 0,0104 | 0,0087 | 0,0067 | 0,0050 | 0,0028 | 0,0017 | −0,0004 | −0,0017 |
| 1,90 | 0,0095 | 0,0082 | 0,0062 | 0,0048 | 0,0027 | 0,0012 | −0,0004 | −0,0016 |
| 2,00 | 0,0081 | 0,0074 | 0,0059 | 0,0040 | 0,0027 | 0,0009 | 0 | −0,0015 |
| 2,10 | 0,0069 | 0,0063 | 0,0054 | 0,0032 | 0,0024 | 0,0005 | 0 | −0,0014 |
| 2,20 | 0,0059 | 0,0053 | 0,0046 | 0,0025 | 0,0019 | 0,0003 | −0,0004 | −0,0004 |
| 2,40 | 0,0041 | 0,0037 | 0,0031 | 0,0017 | 0,0011 | 0 | −0,0007 | −0,0007 |
| 2,60 | 0,0038 | 0,0024 | 0,0020 | 0,0007 | 0,0003 | 0 | −0,0009 | −0,0015 |
| 2,80 | 0,0020 | 0,0014 | 0,0011 | 0,0005 | 0 | −0,0004 | −0,0008 | −0,0013 |
| 3,00 | 0,0015 | 0,0008 | 0,0006 | 0 | 0 | −0,0006 | −0,0009 | −0,0013 |
| 3,20 | 0,0008 | 0,0005 | 0 | 0 | −0,0004 | −0,0006 | −0,0009 | −0,0012 |
| 3,40 | 0,0003 | 0 | 0 | 0 | −0,0005 | −0,0008 | −0,0009 | −0,0011 |
| 3,60 | 0 | 0 | 0 | −0,0005 | −0,0006 | −0,0007 | −0,0009 | −0,0009 |
| 3,80 | 0 | 0 | 0 | −0,0005 | −0,0006 | −0,0007 | −0,0008 | −0,0009 |
| 4,00 | 0 | 0 | 0 | −0,0005 | −0,0006 | −0,0007 | −0,0007 | −0,0008 |

Примечания: 1. Значения $\overline{m}_{yi}$ находятся при замене в таблице входа по $\xi$ входом по $\eta$ и обратно; для этого случая обозначения граф даны в скобках.

2. Для промежуточных значений $\xi$ и $\eta$ величины $\overline{m}_{xi}$ и $\overline{m}_{yi}$ следует принимать по интерполяции.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

*Рекомендуемое*

## РАСЧЕТ ИСКУССТВЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ПОД ЖЕСТКИЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ МАТЕРИАЛОВ, ОБРАБОТАННЫХ ВЯЖУЩИМИ

Положения настоящего приложения относятся к слоям из обработанных вяжущими материалов, для которых нормировано расчетное сопротивление растяжению при изгибе (см. п. 5.10, табл. 28 и 29).

1. При проектировании бетонных и армобетонных покрытий на основании из материалов, обработанных вяжущими, расчетные значения изгибающих моментов, кН·м/м, в покрытии определяют по формулам:

для однослойных покрытий

$$m_d = \frac{B}{B + B_f} m_{c,\,max} k \rho; \qquad (1)$$

для верхнего слоя двухслойных покрытий с совмещенными швами

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,max} k' \rho; \qquad (2)$$

для нижнего слоя двухслойных покрытий с совмещенными швами

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,max} k' \rho; \qquad (3)$$

для верхнего слоя двухслойных покрытий с несовмещенными швами

$$m_{sup} = \frac{B_{sup}}{B_{tot}} m_{c,max} k_1 \rho; \qquad (4)$$

для нижнего слоя двухслойных покрытий с несовмещенными швами

$$m_{inf} = \frac{B_{inf}}{B_{tot}} m_{c,max}. \qquad (5)$$

В формулах (1) – (5):

$B$ – жесткость плиты однослойного покрытия, кН·м$^2$/м, отнесенная к единице ширины ее сечения;

$B_{sup}, B_{inf}$ – жесткость плиты соответственно верхнего и нижнего слоев двухслойного покрытия, кН·м$^2$/м, отнесенная к единице ширины ее сечения;

$B_f$ – жесткость обработанного вяжущими слоя основания, кН·м$^2$/м;

$B_{tot} = B_{sup} + B_{inf} + B_f$, кН·м$^2$/м;

$m_{c,max}$ – изгибающий момент при центральном загружении, кН·м/м, вычисляемый как для однослойной плиты жесткостью $B + B_f$. При расчете двухслойного покрытия изгибающий момент $m_{c,max}$ определяют как для однослойной плиты жесткостью $B_{tot}$;

$\rho = 1 - 0{,}167\theta_0$;

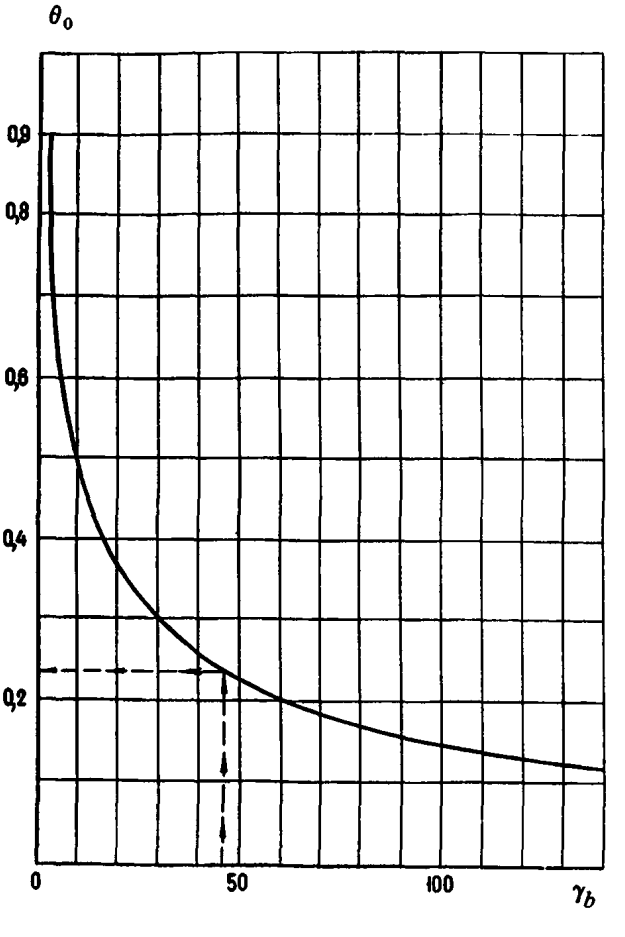
$\theta_0$ – величина, определяемая по графику черт. 1 в зависимости от значения: $\gamma_b = \frac{B}{B_f}$ – для формулы (1);

$\gamma_b = \frac{B_{inf} + B_{sup}}{B_f}$ – для формул (2) и (3); $\gamma_b = \frac{B_{inf}}{B_f}$ – для формулы (4);

$k$ – переходный коэффициент, определяемый согласно п. 5.52;

$k', k_1$ – коэффициенты, определяемые согласно п. 5.58.

Для двухслойных покрытий с несовмещенными швами должно дополнительно удовлетворяться условие $\rho k_1 \geqslant 1$. Если это условие не удовлетворено, принимают $\rho k_1 = 1$.




Черт. 1. График для определения $\theta_0$

**2.** Необходимую толщину искусственного основания $t_f$, м, из материалов, укрепленных вяжущими, для железобетонных монолитных и сборных покрытий следует определять по формуле

$$t_f = D_r \frac{D_r}{t_f}, \qquad (6)$$

где $\frac{D_r}{t_f}$ – отношение, определяемое по номограмме черт. 2 в зависимости от значений $\frac{E_c}{1{,}8\, l_d K_{sd}}$ и $\frac{E_c}{1{,}8\, l K_s}$;

$K_{sd}$, $l_d$ – значения соответственно требуемого коэффициента постели, МН/м$^3$, и упругой характеристики плиты, м, при которых соблюдается условие прочности покрытия [см. формулу (1)];

$K_s$, $l$ – значения соответственно коэффициента постели грунта, МН/м$^3$, и упругой характеристики плиты, м, лежащей на грунте;

$D_r$ – условный диаметр круга передачи нагрузки от плиты покрытия к искусственному основанию, м:

$$D_r = \frac{2{,}5 l_d k_\alpha}{\sqrt{k_w}};$$

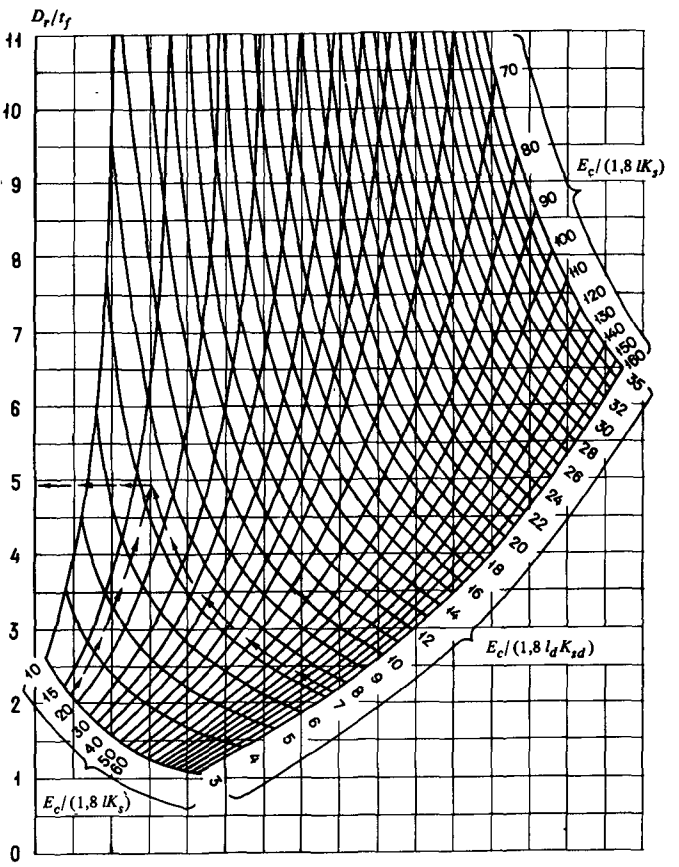
$E_c$ – модуль упругости материала основания, МПа, принимаемый согласно обязательному приложению 4;

$k_w$ – коэффициент, принимаемый равным:

| $\frac{B_y}{B_x}$ | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 |
|---|---|---|---|---|---|
| $k_w$ | 1,0 | 1,05 | 1,15 | 1,27 | 1,45 |

$k_\alpha$ – коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения радиуса $R_e$ круга, равновеликого площади отпечатка колеса опоры воздушного судна, к упругой характеристике плиты $l_d$:

| $\frac{R_e}{l_d}$ | $k_\alpha$ | $\frac{R_e}{l_d}$ | $k_\alpha$ |
|---|---|---|---|
| 0,1 | 1,042 | 0,6 | 1,300 |
| 0,2 | 1,095 | 0,7 | 1,363 |
| 0,3 | 1,140 | 0,8 | 1,430 |
| 0,4 | 1,190 | 0,9 | 1,500 |
| 0,5 | 1,240 | 1,0 | 1,580 |




Черт. 2. Номограмма для определения соотношения $\frac{D_r}{t_f}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

*Обязательное*

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДООТВОДНЫХ СИСТЕМ

**1.** Водоотводные системы ВПП, РД, МС и перронов, принимающие воду с аэродромных покрытий, грунтовых обочин и грунтовых водосборных площадей шириной до 300 м, следует рассчитывать на сток дождевых вод; системы, принимающие воду с покрытий, грунтовых обочин и водосборных площадей шириной более 300 м, — на сток талых вод. При бо́льших (свыше 15 га) грунтовых водосборных площадях работу водоотводных систем надлежит проверять на оба вида стока.

**2.** Продольные уклоны водоотводных линий надлежит назначать с учетом допускаемых скоростей движения воды и уклона местности. При этом скорость движения воды в трубах коллекторов должна быть не менее 0,7 и не более 5 м/с, а в водоотводных канавах и лотках — не менее $0{,}5\sqrt{r_h}$, м/с (где $r_h$ — гидравлический радиус, м), и не более значений, указанных в табл. 1.

Уменьшение скоростей движения воды по длине рассчитываемых водоотводных линий не допускается.

Таблица 1

| Грунт | Наибольшая скорость движения воды, м/с | Вид укрепления откосов и дна канав | Наибольшая скорость движения воды, м/с |
|---|---|---|---|
| Песок мелкий и средней крупности; супесь | 0,4 | Одерновка плашмя | 1 |
| | | Одерновка в стенку | 1,6 |
| Песок крупный | 0,8 | Мощение одинарное | 2 |
| Суглинок пылеватый | 0,7 | Мощение двойное | 3,5 |
| Суглинок | 1 | Бетон | 8 |
| Глина | 1,2 | | |

Примечание. Значения наибольших допускаемых скоростей приведены для глубины водного потока $d_w$ от 0,4 до 1 м; при другой глубине потока значения скоростей, указанные в таблице, следует принимать с коэффициентами: 0,85 при $d_w < 0{,}4$ м; 1,25 при $d_w > 1$ м.

**3.** Расчетные расходы дождевых вод $Q_w$, л/с, в сечениях водоотводных линий следует определять по методу предельной интенсивности по формуле

$$Q_w = Q_s A_w, \qquad (1)$$

где $Q_s$ — величина стока, л/с на 1 га:

$$Q_s = \psi\varphi = \frac{166{,}7\Delta\varphi}{t_j^n};$$

$A_w$ — площадь водосбора для рассчитываемого сечения, га;

$\psi$ — расчетная интенсивность дождя, л/с на 1 га;

$\Delta$ — параметр, равный максимальной интенсивности дождя продолжительностью 1 мин при принятой повторяемости, мм/мин:

$$\Delta = 0{,}006 \cdot 20^n \psi_{20} (1 - C\lg T);$$

$\varphi$ — коэффициент стока дождевых вод, определяемый по табл. 2;

$t_j$ — расчетная продолжительность протекания дождевых вод до рассчитываемого сечения, мин, определяемая по п. 4;

$n$ — показатель степени, характеризующий изменение расчетной интенсивности дождя по времени;

$\psi_{20}$ — интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при $T = 1$ год, л/с на 1 га;

$C$ — коэффициент, учитывающий климатические особенности районов территории СССР;

$T$ — период повторяемости расчетной интенсивности дождя, год, определяемый по табл. 3.

Значения $n$, $\psi_{20}$ и $C$ устанавливаются в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85.

Таблица 2

| Род поверхности | Коэффициент стока дождевых вод $\varphi$ при грунтах водосборных площадей | | |
|---|---|---|---|
| | супеси | суглинке | глине |
| Покрытия: | | | |
| асфальтобетонные | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| цементобетонные | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Грунтовые обочины: | | | |
| незадернованные | 0,60 | 0,65 | 0,70 |
| задернованные | 0,55 | 0,60 | 0,65 |
| Грунтовые водосборные площади: | | | |
| без дернового покрова | 0,25 | 0,35 | 0,40 |
| с дерновым покровом | 0,15 | 0,25 | 0,30 |

Таблица 3

| Интенсивность дождя $\psi_{20}$, л/с на 1 га | Период повторяемости расчетной интенсивности дождя $T$, год, при расчетной площади водосбора $A_w$, га | | |
|---|---|---|---|
| | до 6 | св. 6 до 9 | св. 9 до 15 |
| Менее 70 | 0,33/0,33 | 0,33/0,33 | 0,50/0,50 |
| От 70 до 115 | 0,50/0,33 | 0,50/0,50 | 0,50/0,50 |
| Св. 115 | 0,50/0,50 | 0,75/0,50 | 0,75/0,50 |

Примечания: 1. Перед чертой приведены значения $T$ для водоотводных систем с лотками в кромках покрытий, после черты — без лотков в кромках покрытий.

2. Для коллекторов водоотводных систем с уклонами лотков свыше 0,005 указанные в таблице значения $T$ надлежит снижать на одну ступень (например, вместо 0,5 принимать 0,33 и т.п.).

3. Для водоотводных систем, принимающих воду со служебно-технических территорий и тяготеющих к ним площадей аэродромных покрытий, значения $T$ надлежит принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03-85 как для территорий промышленных предприятий.

4. Расчетную продолжительность дождя $t_j$, мин, равную времени добегания дождевых вод до рассчитываемых сечений коллекторов $t_w$, следует определять как сумму времени добегания дождевых вод по поверхности склона, лоткам и коллекторам по формуле

$$t_j = t_w = \tau_s + \tau_c + \tau_k, \qquad (2)$$

где $\tau_s$ — время добегания дождевых вод по поверхности склона до лотка, мин;

$\tau_c$ — время добегания дождевых вод по лотку до дождеприемника, мин;

$\tau_k$ — время протекания дождевых вод по коллектору до рассчитываемого сечения, мин.

5. Время добегания дождевых вод по поверхности склона до лотка $\tau_s$, мин, надлежит определять по формуле

$$\tau_s = \left( \frac{2{,}41 n_c L_s}{\Delta^{0,72} \varphi^{0,72} i_s^{0,5}} \right)^{\frac{1}{1,72 - 0,72n}}, \qquad (3)$$

где $L_s$ — длина склона, участвующего в формировании максимального стока, м;

$i_s$ — уклон склона;

$n_c$ — коэффициент шероховатости поверхности склона, принимаемый по табл. 4.

Таблица 4

| Вид поверхности склона | Коэффициент шероховатости $n_c$ |
|---|---|
| Покрытие: | |
| асфальтобетонное | 0,011 |
| цементобетонное | 0,014 |
| Грунтовая поверхность: | |
| без дернового покрова | 0,025 |
| с дерновым покровом | 0,500 |
| Неукрепленные земляные русла (канавы) | 0,025 |

При соотношении продольных и поперечных уклонов покрытий и обочин $\frac{i_l}{i_c} \geqslant 0{,}5$ расчетные уклон $i_d$ и длину склона $L_d$ следует принимать по линии наибольшего ската по формулам:

$$i_d = \sqrt{i_l^2 + i_c^2}; \qquad (4)$$

$$L_d = \frac{L_s}{i_c} \sqrt{i_l^2 + i_c^2}. \qquad (5)$$

Для разнородных поверхностей склонов (покрытие плюс грунтовая обочина) время добегания дождевых вод $\tau_s$ надлежит определять по формуле (3) при средневзвешенных значениях уклонов, коэффициентов стока и шероховатости.

6. Время добегания дождевых вод по лотку $\tau_c$, мин, следует определять по формуле

$$\tau_c = \frac{L_c}{60 v_c}, \qquad (6)$$

где $L_c$ — длина лотка, м;

$v_c$ — скорость движения дождевых вод в конце лотка, м/с:

$$v_c = \frac{1}{n_c} \left( \frac{d_w}{2} \right)^{0,5 - y} i_b^{0,5};$$

$$y = 4 \sqrt[4]{n_c^3};$$

$d_w$ — глубина потока в конце лотка (у дождеприемных, тальвежных колодцев), м;

$i_b$ — продольный уклон дна лотка.

Глубину потока $d_w$ в конце лотка надлежит устанавливать из условия равенства расчетного расхода в этом сечении пропускной способности лотка при принятой глубине потока, при этом пропускную способность лотка $Q_c$, м$^3$/с, необходимо определять по формуле

$$Q_c = \frac{d_w^2}{i_w} v_c, \qquad (7)$$

где $i_w$ — уклон боковых сторон лотка.

7. Время протекания дождевых вод по коллектору до рассчитываемого сечения $\tau_k$, мин, устанавливается суммированием времени протекания по отдельным участкам коллектора, определяемого по формуле

$$\tau_k = m_w \frac{L}{60 v_k}, \qquad (8)$$

где $L_k$ — длина расчетного участка коллектора, м;

$v_k$ — расчетная скорость движения дождевых вод на соответствующих участках коллектора, м/с;

$m_w$ — коэффициент, учитывающий заполнение свободной емкости коллектора и постепенное нарастание скоростей движения воды по мере наполнения труб при работе водоотводных систем:

$$m_w = \frac{2 - 1{,}75\alpha}{1 - \alpha};$$

$\alpha$ — поправочный коэффициент к расчету времени течения воды по коллектору:

$$\alpha = \frac{\tau_s + \tau_c}{\tau_s + \tau_c + \Sigma\tau_k}.$$

Если при $t_j$ в формуле (1) показатель степени $n = 0{,}5$, значение коэффициента $m_w$ надлежит увеличивать на 10 %, при $n > 0{,}7$ — уменьшать на 20 %, но принимать не менее 2. При уклонах местности вдоль коллектора свыше 0,015 значение коэффициента $m_w$ следует снижать на 25 %.

**8.** Расчетные расходы дождевых вод, поступающих в водоотводные системы с покрытий или с покрытий и грунтовых обочин, следует определять без учета минимальной стокообразующей интенсивности дождей.

Расчетные расходы дождевых вод для водоотводных линий (нагорных канав, грунтовых лотков) с грунтовыми водосборами следует определять с учетом минимальной стокообразующей интенсивности дождей, при этом продолжительность стокообразования $t_{st}$, мин, надлежит устанавливать по формуле

$$t_{st} = \left[\frac{(1-n)\,\Delta}{\psi_{min}}\right]^{\frac{1}{n}}, \qquad (9)$$

где $\psi_{min}$ — минимальная стокообразующая интенсивность дождя, принимаемая не менее интенсивности впитывания $U_f$, мм/мин, указанной в табл. 5.

Таблица 5

| Грунты и почвы | Интенсивность впитывания $U_f$, мм/мин |
|---|---|
| Глина, солонцы суглинистые | 0,04 |
| Суглинки, суглинистые черноземы, глинистые сероземы | 0,08 |
| Каштановые почвы, чернозем обычный, солонцы супесчаные | 0,15 |
| Супеси с примесью гумуса в верхних слоях, задернованные супеси, серолесные почвы | 0,20 |
| Супеси без примеси гумуса в верхних слоях | 0,33 |
| Пески без примеси гумуса в верхних слоях | 0,50 |

**9.** Для сечений водоотводных систем, удаленных по времени добегания дождевых вод на $\tau_w \leqslant \psi_{min}$, расчетные расходы следует определять для расчетной площади одновременного максимального стока дождевых вод.

Для сечений, удаленных по времени добегания на $\tau_w > \psi_{min}$, расчетные расходы $Q_w$, л/с, равны:

$$Q_w = Q_t + Q_{aw}, \qquad (10)$$

где $Q_t$ — расход дождевых вод, л/с, соответствующий $t_w = t_{st}$;

$Q_{aw}$ — дополнительный расход воды, поступающей в водоотводные системы после дождя продолжительностью $t_{st}$ в соответствии с кривой спада стока, л/с:

$$Q_{aw} = 0{,}00015\Delta L_s v \varphi t_{st}^{1-n}\eta;$$

$v$ — скорость движения воды в лотке или канаве, м/с, на расчетном участке;

$\eta$ — коэффициент, принимаемый по табл. 6.

Таблица 6

| $\frac{\tau_w}{t_{st}}$ | $\eta$ | $\frac{\tau_w}{t_{st}}$ | $\eta$ | $\frac{\tau_w}{t_{st}}$ | $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,00 | 0 | 1,25 | 0,33 | 3,00 | 0,85 |
| 1,05 | 0,08 | 1,50 | 0,52 | 3,50 | 0,89 |
| 1,10 | 0,16 | 1,75 | 0,64 | 4,00 | 0,92 |
| 1,15 | 0,22 | 2,00 | 0,71 | 5,00 | 0,95 |
| 1,20 | 0,28 | 2,50 | 0,81 | 10,00 | 0,985 |

**10.** Главные коллекторы водоотводной системы, отводящие воду из узла коллекторов, следует рассчитывать на время добегания, соответствующее получению максимального расхода дождевого стока.

**11.** Расчетный расход воды при весеннем снеготаянии следует определять при средних значениях максимумов стока талых вод в данной местности.

Для водоотводных систем летних полос с площадью водосбора до 100 га расчетные расходы воды $Q_w$, л/с, при весеннем снеготаянии надлежит устанавливать по формуле

$$Q_w = 0{,}95\frac{H_s}{T_s}A_w, \qquad (11)$$

где $H_s, T_s$ — соответственно максимальная высота снегового покрова к началу весеннего снеготаяния, см, и минимальная продолжительность снеготаяния, сут, принимаемая по данным гидрометеорологической службы.

Для водоотводных систем (нагорных канав) с площадью водосбора свыше 100 га расчетные расходы воды $Q_w$ определяют по формуле

$$Q_w = 2{,}78A_tA_w, \qquad (12)$$

где $A_t$ — интенсивность стока талых вод, мм/ч, при средних значениях максимумов стока, устанавливаемая по данным гидрометеорологической службы.

12. Диаметры труб коллекторов при расчете на сток дождевых или талых вод необходимо определять при полном наполнении труб и коэффициенте шероховатости их внутренней поверхности, равном 0,013.

13. Гидравлический расчет перепускных труб следует производить из условия пропуска талых и дождевых вод без аккумуляции их перед входным оголовком трубы при степени наполнения не более 0,75 диаметра трубы.

При расчете труб на сток талых вод следует учитывать возможность уменьшения сечения труб за счет образования наледи.

14. При определении расстояний между дождеприемными колодцами на основании гидравлического расчета их следует устанавливать из условия равенства расчетных расходов воды пропускной способности лотков при принятом допустимом заполнении.

Наибольшую глубину водного потока для лотков, располагаемых в кромках покрытий, надлежит принимать на 1—2 см менее глубины лотка.

15. Гидравлический расчет участков водоотводных линий следует производить при сохранении или нарастании скоростей движения воды по длине линий. Для уменьшения диаметров труб коллекторов (особенно главных) допускается регулирование стока временным скоплением воды в пониженных участках местности за пределами летных полос.

16. Ширину водоотводной канавы по дну следует, как правило, сохранять на всем ее протяжении, изменяя глубину и уклоны на отдельных участках в соответствии с расчетным расходом воды.

## СОДЕРЖАНИЕ


Стр.

**1. Общие положения** . . . . . 1

**2. Элементы аэродромов и вертодромов** . . . . . 2
Элементы аэродромов . . . . . 2
Летные полосы . . . . . 2
Рулежные дорожки . . . . . 3
Перроны, места стоянки самолетов и площадки специального назначения . . . 4
Элементы вертодромов . . . . . 5

**3. Вертикальная планировка** . . . . . 5

**4. Грунтовые основания** . . . . . 7
Общие указания . . . . . 7
Основания на набухающих грунтах . . . . . 9
Основания на просадочных грунтах . . . . . 10
Основания на торфах, заторфованных и слабых глинистых грунтах . . . . . 10
Основания на засоленных грунтах . . . . . 11
Основания на вечномерзлых грунтах . . . . . 11
Основания на пучинистых грунтах . . . . . 12

**5. Аэродромные одежды** . . . . . 13
Материалы для покрытий и искусственных оснований . . . . . 13
Конструирование покрытий и искусственных оснований . . . . . 14
Общие указания . . . . . 14
Жесткие аэродромные покрытия . . . . . 14
Деформационные швы в жестких аэродромных покрытиях . . . . . 15
Нежесткие аэродромные покрытия . . . . . 16
Усиление существующих покрытий при реконструкции аэродромов . . . . . 17
Расчет аэродромных покрытий . . . . . 18
Расчет жестких аэродромных покрытий . . . . . 19
Расчет нежестких аэродромных покрытий . . . . . 23
Расчет усиления существующих покрытий при реконструкции аэродромов . . 25

**6. Водоотводные и дренажные системы** . . . . . 26
Общие указания . . . . . 26
Элементы водоотводных и дренажных систем . . . . . 27
Особенности проектирования водоотводных и дренажных систем для аэродро-, мов,располагаемых в сложных инженерно-геологических условиях . . . . . 29

**7. Охрана окружающей среды** . . . . . 30
Природоохранные мероприятия . . . . . 30
Удаление аэродромов (вертодромов) от городов и населенных пунктов . . . . . 30
Защита от воздействия сверхвысоких радиочастот . . . . . 31
Защита от загрязнения поверхностными сточными водами . . . . . 31

*Приложение 1. Обязательное.* Типы гидрогеологических условий . . . . . 32

*Приложение 2. Обязательное.* Дорожно-климатические зоны СССР . . . . . 33

*Приложение 3. Справочное.* Номенклатура глинистых грунтов . . . . . 34

*Приложение 4. Обязательное.* Расчетные характеристики грунтов . . . . . 35

*Приложение 5. Рекомендуемое.* Определение эквивалентного коэффициента постели . 36

*Приложение 6. Обязательное.* Теплотехнические расчеты оснований на вечномерзлых грунтах . . . . . 37

*Приложение 7. Обязательное.* Расчет оснований на пучинистых грунтах . . . . . 41

*Приложение 8. Обязательное.* Определение сжимающих напряжений в грунте от эксплуатационной нагрузки и собственного веса конструкции . . . . . 43

*Приложение 9. Обязательное.* Характеристики материалов аэродромных одежд . . . . . 44

*Приложение 10. Обязательное.* Графики, номограммы и таблицы для расчета аэродромных одежд . . . . . 48

*Приложение 11. Рекомендуемое.* Расчет искусственных оснований под жесткие покрытия из материалов, обработанных вяжущими . . . . . 53

*Приложение 12. Обязательное.* Гидравлический расчет водоотводных систем . . . . . 55

*ГОССТРОЙ СССР*

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА**

**СНиП 2.05.08-85. Аэродромы**

**Подготовлены к изданию Центральным институтом типового проектирования (ЦИТП) Госстроя СССР**

**Ответственные за выпуск:** *Л. Н. Шитова, В. Г. Старосветова*
**Исполнители:** *А. В. Федина, Г. А. Назарова, Н. Г. Новак, Л. А. Евсеева, Е. В. Хасаншина, О. С. Гусева, О. Л. Герасимова С. И. Гладких, О. Г. Савицкая*

---

**Подписано в печать 3.09.85. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная № 1.**
**Печать офсетная. Набор машинописный.**
**Печ. л. 7,5. Усл. печ. л. 6,97. Усл. кр.-отт. 7,66. Уч.-изд. л. 7,88.**
**Дополнительный тираж 5000 экз. Заказ № 4610. Цена 43 коп.**

---

*Набрано и отпечатано в Центральном институте типового проектирования (ЦИТП) Госстроя СССР*

*125878, ГСП, Москва, А-445, ул. Смольная, 22*

Шифр подписки 50.2.05

gost.e-ecolog.ru