

4. GOST 31914-2012. High-strength heavy and fine-grained concretes for monolithic structures. M.: Standartinform. 2014. 22 p. (In Russian).
5. GOST 17624-2012. Concrete. Ultrasonic method of strength determination. M.: Standartinform. 2014. 42 p. (In Russian).
6. Aleksandrov V.M., Chevanov M.N. Vvedenie v mekhaniku kontaknyh vzaimodejstvij [Introduction to Contact Mechanics]. M.: Nauka. 2007. 114 p.
7. Ajzikovich S.M. Kontaknyye zadachi teorii uprugosti dlya neodnorodnyh sredh [Contact problems of the theory of elasticity for heterogeneous media]. M.: Fizmatgiz. 2006. 240 p.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

MAKLAKOVA Svetlana Nikolaevna – Senior Lecturer of the Department of Building Structures, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Karavajevo, Kostroma region, 156530, Russia.
E-mail: aviapetra@mail.ru

GALKINA Marina Aleksandrovna – Senior Lecturer of the Department of Building Structures, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Karavajevo, Kostroma region, 156530, Russia.
E-mail: aviapetra@mail.ru

BROVKIN Victor Nikolaevich – Graduate Student, Kostroma State Agricultural Academy, 34, Karavajevo, Kostroma region, 156530, Russia.

CITATION FOR AN ARTICLE

Maklakova S.N., Galkina M.A., Brovkin V.N. Analysis of test methods for samples of building materials from concrete // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2022. No. 2 (14), pp. 15–20.

УДК 624.21.033.6:624.131.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА АЭРОДРОМНЫХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В.И. Трофимов, В.И. Гультияев

Тверской государственный технический университет (г. Тверь)

© Трофимов В.И., Гультияев В.И., 2022

Аннотация. В статье рассматриваются особенности возведения аэродромного комплекса в районах Крайнего Севера, когда необходимо учитывать суровые природно-климатические условия строительства, вечномерзлое состояние грунтов и высокую себестоимость работ. Показано, что кроме учета особенностей грунтовых условий, влияющих на устойчивость дорожного и аэродромного полотна, необходимо совершенствовать конструкцию последнего, особенно при использовании высокольдистых грунтов, повсеместно распространенных в этих районах. Затрагиваются вопросы совершенствования технологии строительства аэродромного комплекса в сложных инженерно-геологических условиях Арктической зоны. Предложена новая оригинальная конструкция наземного аэродромного комплекса повышенной устойчивости, позволяющая исключить

сложную технологическую операцию по отсыпке насыпи. Оригинальный проект быстровозводимого аэродромного комплекса для Арктической зоны, разработанный в ТвГТУ, оценивался на XXIII Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед 2020», где получил серебряную медаль.

Ключевые слова: аэродромный комплекс, высокольдистый грунт, строительство, винтовые микросваи.

DOI: 10.46573/2658-7459-2022-2-20-30

В настоящее время, когда мировые запасы добываемого энергетического сырья сокращаются, крупные корпорации многих стран, таких как США, Канада, Великобритания, Китай, Япония, все чаще обращают внимание на Арктику, где обнаружены крупнейшие месторождения нефти, газа и другого стратегического сырья.

Учитывая стратегическую важность для нашей страны решения вопроса скорейшего вовлечения арктических месторождений в народно-хозяйственную деятельность и обеспечения их надежной защиты, Правительство РФ приняло специальную государственную программу «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации».

Эффективное обустройство северных территорий напрямую связано с решением вопроса ускоренного строительства широкой сети дорог и аэродромов. При этом ускоренное освоение уникальных и стратегически важных для нашей страны месторождений, расположенных в удаленных районах Арктики, а также надежная их защита невозможны без применения новых технологических и конструктивных решений при строительстве транспортных сооружений.

Можно выделить три основные составляющие, негативно влияющие на эффективность дорожного и аэродромного строительства в арктических зонах:

широкое распространение структурно-неустойчивых при оттаивании высокольдистых тонкодисперсных грунтов в условиях отсутствия в достаточном количестве кондиционных грунтовых материалов;

использование технологий и технических решений, не отвечающих в полной мере условиям и современным требованиям строительства на таких сложных грунтах;

сезонность выполнения строительных работ и высокую их стоимость [1].

Решение проблемы повышения эффективности строительства аэродромов на высокольдистых тонкодисперсных грунтах в Арктической зоне было предложено осуществлять путем создания высокотехнологичного аэродромного комплекса, что обеспечивается применением новых эффективных технических решений при выполнении работ на этапах его строительства и функционирования.

Одним из важнейших элементов аэродромного комплекса является взлетно-посадочная полоса (ВПП).

Известна ВПП аэродрома, содержащая естественное грунтовое основание, основание из цементобетона и полосу расширения на железобетонных сваях (патент RU № 2477767). Основным недостатком такой ВПП является сложная конструкция ее искусственного основания с использованием железобетонных свай, что приводит к повышению трудоемкости работ и удорожанию строительства, а также к снижению

надежности работы ВПП при воздействии сил морозного пучения. Тем самым снижается эффективность работы ВПП аэродрома в целом.

Существующие на сегодня технические решения по планировке аэропорта включают комплекс зданий и сооружений:

аэродром с ВПП, предназначенный для обеспечения взлетов, посадки, руления, стоянки и обслуживания воздушных судов;

служебно-техническую территорию, предназначенную для расположения зданий и сооружений обслуживания пассажирских, грузовых и почтовых перевозок, технического обслуживания воздушных судов, объектов заправки;

здания управления полетами с антенным полем;

производственные здания и сооружения вспомогательного назначения, устраиваемые на грунтовом основании [2].

Недостатком рассмотренной конструктивно-планировочной схемы аэропорта как комплекса зданий и сооружений является плохая транспортная связь между основными объектами: ВПП, ангарами, основными и вспомогательными зданиями, что особенно важно в случае подготовки самолетов при неблагоприятных погодных условиях.

При обосновании нового технического решения аэродромного комплекса нами была поставлена задача по разработке более эффективного его конструктивно-планировочного решения, устраиваемого на мерзлых грунтах в Арктической зоне. Целью предлагаемого технического решения являлись разработка и создание надземного быстровозводимого аэродромного комплекса, обладающего повышенной надежностью при работе в суровых природно-климатических условиях, позволяющего исключить создание искусственного грунтового основания, а также отличающегося пониженной трудоемкостью при выполнении ремонтных работ и ликвидации, например, снежных заносов и меньшими эксплуатационными расходами за счет увеличения срока работы между капитальными ремонтами ВПП и других сооружений аэродромного комплекса.

Для этого за основу была принята технология свайно-эстакадного дорожного строительства на слабых грунтах, опробованная в Томской области [3].

Разработанный нами высокотехнологичный аэродромный комплекс снабжен единой надземной транспортной системой, которая связывает воедино все сооружения, включая новую конструкцию ВПП. При этом предлагаются к использованию новые технические решения по ускоренному возведению ВПП, ангарного комплекса, вспомогательных сооружений и обеспечению их устойчивой работы.

Это комплексное техническое предложение эффективно в случае отсутствия в достаточном количестве кондиционных грунтовых материалов, используемых для отсыпки дорожных, аэродромных насыпей и других площадок при широком распространении некондиционных тонкодисперсных высокольдистых грунтов, с учетом возможного залегания в основании насыпей пластично-мерзлых грунтов и многожильных льдов (т.е. при невозможности обеспечения надежного функционирования аэродромного комплекса в сложных грунтовых условиях).

Решение проблемы базируется на четырех новых концепциях, позволяющих предусмотреть возможность:

исключения или полного отказа от затратных технологических операций по устройству искусственного грунтового основания под различные аэродромные сооружения – ВПП, ангары, радары, склады и др.;

использования эффективной механизированной и автоматизированной системы доставки (самолетов, боеприпасов, запасных частей и др.) в соответствующие зоны аэродромного комплекса;

применения сборочной технологии возведения аэродромного комплекса из отдельных готовых конструкций и узлов;

постоянного поддержания ВПП и остальных сооружений в устойчивом состоянии в автоматическом режиме.

При этом высокая технологичность строительства аэродромного комплекса обеспечивается применением новой технологии ускоренного его возведения за счет исключения сложной и дорогой технологической операции – создания искусственного грунтового основания, а также использования готовых модульных конструкций, что, соответственно, снижает стоимость строительства. Данная технология реализуется путем использования специальных винтовых микросвай (а.с. 777573) под все сооружения аэродромного комплекса, включая ВПП, и применения сборочной технологии при надземном возведении всех сооружений из отдельных конструкций (патенты 2675133, 2669250).

В ТвГТУ были выполнены многочисленные испытания на мерзлых органо-минеральных грунтах по оценке несущей способности винто-лопастных зондов, выступающих в качестве моделей винтовых микросвай (рис. 1) [4].

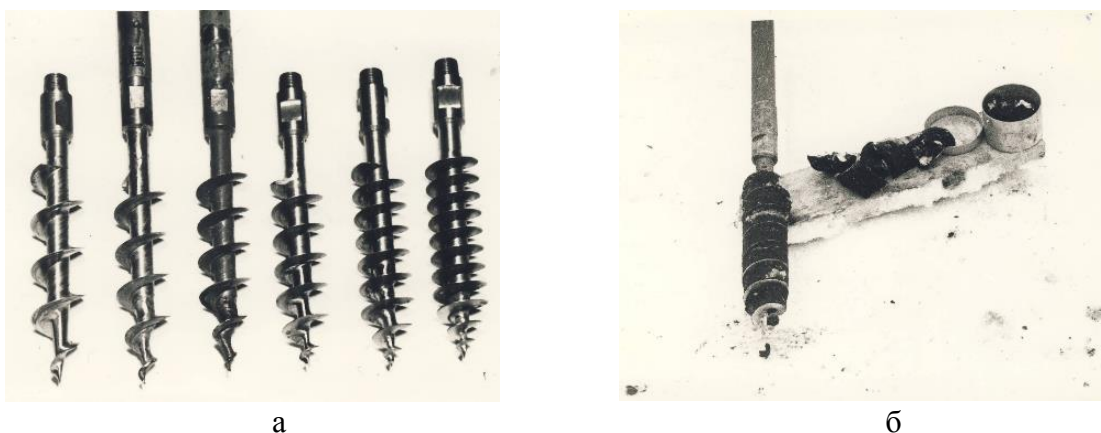


Рис. 1. Цилиндрические винтовые микросваи: различного типоразмера (а); после испытания на несущую способность (б)

По результатам испытаний винто-лопастных зондов различной формы и геометрии были выбраны оптимальные размеры винтовых микросвай: длина 100–120 мм (без учета заходной части), шаг 20–24 мм, диаметр 36 мм. Одна такая винтовая микросвая, завинченная, например, в мерзлый торфяной грунт с температурой от $-0,5$ до $-1,5$ °С, обладает высокой – порядка 14 000 Н – несущей способностью на выдергивающую нагрузку. При этом погружение винтовых микросвай в мерзлые грунты на глубину до 2 м возможно без проходки лидирующей скважины.

Было также выявлено дополнительное повышение эффективности использования винтовых микросвай за счет снижения энергоемкости погружения в случае их применения на мерзлых грунтах с повышенной льдистостью, чем и характеризуется Арктическая зона РФ – широким распространением высокольдистых грунтов.

Как следует из таблицы, составленной по результатам выполненных нами сравнительных испытаний по оценке усилий погружения зондовых наконечников в замороженный торфяной покров (п. Новая Орша, Тверская обл.) различными способами, наименее трудоемким процессом погружения зондовых наконечников в мерзлый торфяной грунт оказывается завинчивание [4]. Усилие, которое затрачивается при погружении зонда путем его завинчивания, на один-два порядка меньше, чем при задавливании, т.е. операция завинчивания, как менее энергоемкая, значительно эффективнее, чем операция задавливания. Кроме того, в случае использования операции завинчивания отпадает необходимость в анкеровке задавливающих установок, что повышает эффективность применения винтовых зондов (анкеров).

Затрачиваемые усилия для различных способов погружения зондов
в мерзлый торфяной грунт ($T = -0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Усилие на рукоятке при завинчивании цилиндрического винта ($t = 24\text{ мм}$, $h = 100\text{ мм}$) P, N	Усилие при задавливании крыльчатки ($\Phi = 36\text{ мм}$, $h = 50\text{ мм}$) P, N	Усилие на рукоятке при завинчивании конуса ($S = 2\text{ см}^2$, $\alpha = 30^{\circ}$) P, N	Усилие при задавливании конуса ($S = 2\text{ см}^2$, $\alpha = 30^{\circ}$) P, N
70–100	8 000–9 000	40–50	5 000–6 000

Учитывая такую высокую несущую способность винтовых микросвай при их небольших размерах, а также их высокую технологичность, а именно возможность вручную производить погружение – завинчивание в мерзлый грунт, было предложено использовать их в качестве кустовых опор нефтяных резервуаров и сооружений аэродромного комплекса [5].

Можно приближенно оценить несущую способность кустовой опоры на винтовых микросваях. В качестве наглядного примера рассмотрим создание посадочной площадки для тяжелого вертолета МИ-6 с максимальной взлетной массой до 45 т. Кустовая опора, например, из пяти винтовых микросвай с учетом выполненных ранее испытаний будет иметь несущую способность 7 тн. Для безопасной посадки такого вертолета будет достаточно семи кустовых опор из винтовых микросвай.

Использование винтовых микросвай на мерзлых грунтах в кустовом исполнении позволит производить более быстрый монтаж вертолетных площадок, ВПП, площадок под радарные станции и других сооружений.

Технология строительства и функционирования высокотехнологичного аэродромного комплекса на основе предложенных технических решений может быть реализована следующим образом.

Если работы выполняются зимой, то сначала площадка 21 (рис. 2б) расчищается от снега, после чего под все сооружения аэродромного комплекса завинчиваются микросваи 9 в мерзлое основание с формированием из них кустов. После этого на оголовках микросвай 9 на заданной высоте устраивают ростверки с образованием вентилируемого зазора.

Затем устанавливают и закрепляют на оголовках свай рельсовые пути 10–12 с транспортными тележками 13 и поворотными мостами 14, 15, монтируют на сваях ангарные боксы 2, жилой комплекс 7, перегрузочную площадку 8, радар 3, дизель-генератор 5, модуль очистки бытовых отходов 6 и другие вспомогательные сооружения (рис. 2а).

Функционирование аэродромного комплекса начинается с доставки пилотов по рельсовому пути 11 на транспортной тележке из жилого комплекса к ангарным боксам, в которых находятся самолеты 19 с самоходными тележками (рис. 2б). Снаряжение для самолетов, а также вновь прибывшие пилоты и обслуживающий персонал перемещаются к ангарным боксам или жилому комплексу с другой стороны рельсового пути 11, соединенного с площадкой для дирижабля и вертолета 4 через перегрузочную площадку. Для дублирования основной транспортной системы проложена грунтовая дорога 26 (рис. 2а).

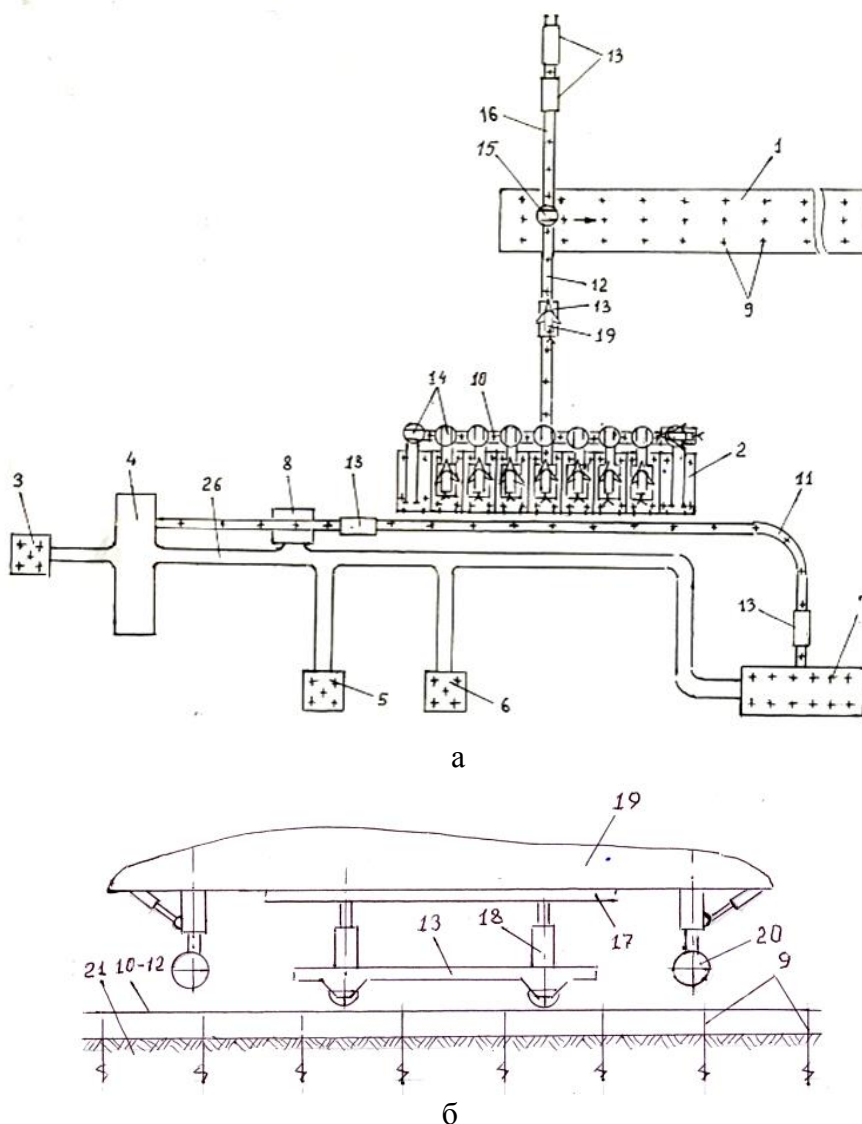


Рис. 2. Схемы быстровозводимого аэродромного комплекса:
 конструктивно-планировочная (а); транспортировки самолета (б);
 конструктивно-планировочная с двухсторонним расположением ангарных боксов (в);
 конструктивно-планировочная с совмещением ВПП и ангарных боксов (г)

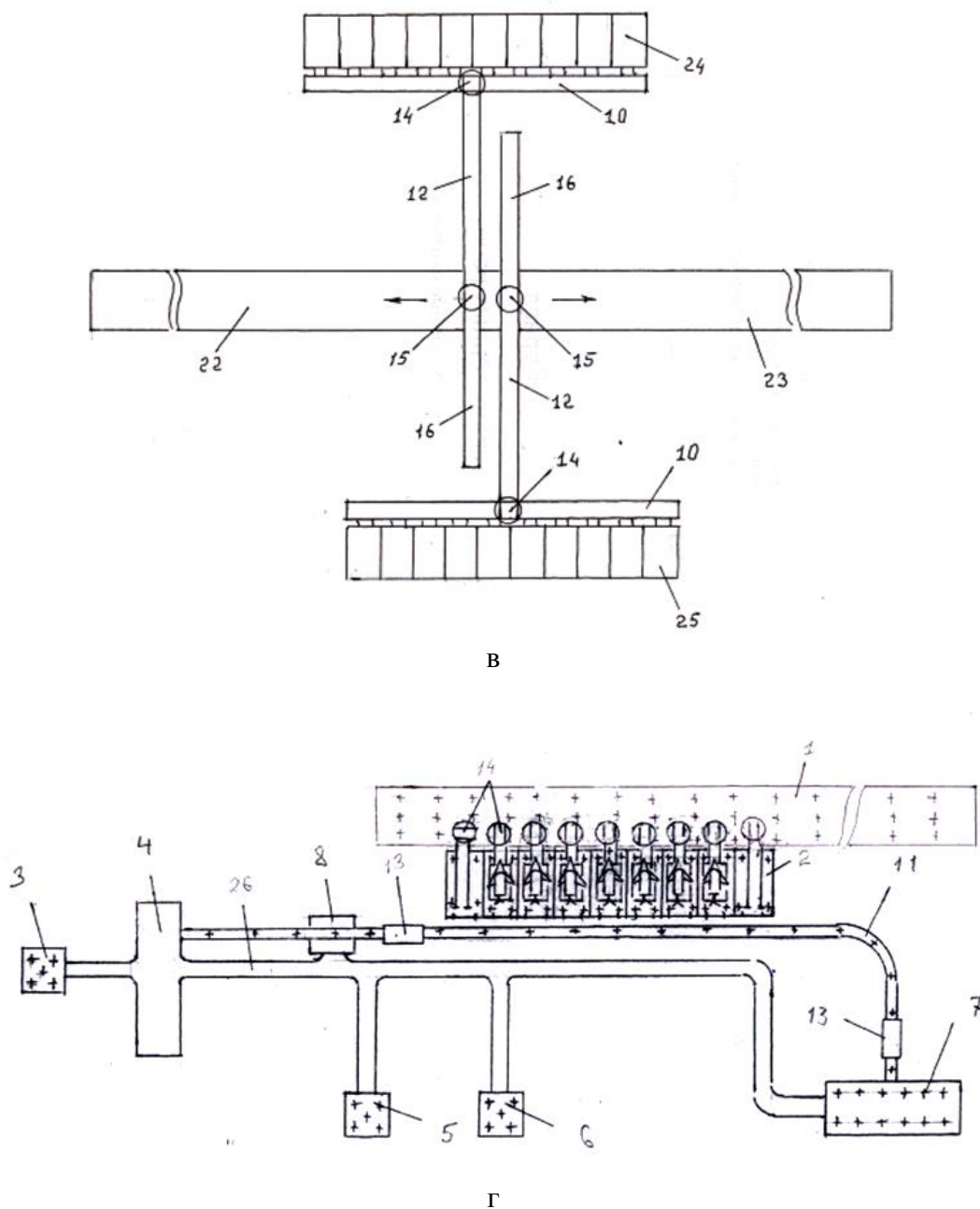


Рис. 2. Продолжение

Снаряженные и заправленные самолеты с пилотами, находящиеся в боксах, закрепляются в поднятом состоянии на самоходных тележках, для чего приводится в движение подъемник 17 гидроцилиндрами 18, тем самым приподнимая самолет с образованием зазора между шасси 20 и рельсовым путем (см. рис. 2б).

После этого самоходная тележка с самолетом выезжает из бокса 2 и, попадая на поворотный мост 14, перемещается по рельсовому пути 10 до поворотного моста, расположенного на рельсовом пути 12. Затем самоходная тележка с самолетом движется по рельсовому пути 12 до центрального поворотного моста 15, установленного на ВПП 1. Поворотный мост 15 с самолетом поворачивается на 90° в сторону старта, после чего самолет опускается с касанием шасси ВПП и вырывается на стартовую позицию, а пустая самоходная тележка перемещается по рельсовому пути 16 в зону накопления (ожидания) пустых тележек (см. рис. 2а).

После возвращения самолета с задания последний наезжает на самоходную тележку, которая подается из зоны накопления (ожидания) на центральный поворотный мост 15, и все операции выполняются в обратном порядке.

В этом случае самолеты могут стартовать непосредственно друг за другом. В случае же соединения ангаров с ВПП в ее середине появляется возможность дополнительно ускорить процесс отправки самолетов. При этом ВПП возводится из двух частей – 22 и 23 (рис. 2в). В этом случае стартовать одновременно могут сразу два самолета в разные стороны ВПП.

В случае необходимости для ускорения процесса старта и возврата группы самолетов, а также с точки зрения снижения стоимости строительства целесообразно использовать схему аэродромного комплекса с совмещенными ВПП 1 и ангарными боксами 2 (рис. 2г). Так как каждый ангарный бокс 2 соединен своим рельсовым путем с ВПП 1 и заканчивается поворотным мостом 14, установленным на ВПП 1, то появляется возможность отправки и приема одновременно нескольких самолетов потоком. В этом случае стартовать одновременно могут сразу несколько самолетов.

Эффективность работы аэродромного комплекса может быть существенно повышена, для чего комплекс выполняется из двух линеек ангарных боксов – 24 и 25, расположенных напротив друг друга с разных сторон ВПП и соединенных с ней в ее начале отдельным надземным рельсовым транспортом (рис. 2в).

Высокая технологичность функционирования аэродромного комплекса обеспечивается использованием механизированной и автоматизированной систем доставки (самолетов, боеприпасов, запасных частей и др.) в соответствующие зоны аэродромного комплекса надземным рельсовым транспортом, а также возможностью в автоматическом режиме постоянно поддерживать ВПП и сооружения в устойчивом состоянии за счет оригинальной управляемой системы термостабилизации грунта на основе электрических микрохолодильников Пельтье и датчиков температуры, установленных на винтовых микросваях, с возможностью автоматического поддержания температурно-реологического состояния природного основания по заданной программе под всеми сооружениями, включая и ВПП.

Данный оригинальный комплекс технических решений обеспечивает:

1. На этапе строительства:

- 1) значительное сокращение сроков и стоимости строительства аэродромного комплекса;
- 2) повышение устойчивости, т.е. надежности работы сооружений, включая и ВПП;

3) возможность использования технологии быстровозводимых конструкций ВПП в суровых природно-климатических условиях на основе отказа от чисто строительной технологии и перехода к использованию более эффективной технологии надземной сборки готовых сопрягаемых конструкций;

4) повышение технологичности и экологичности строительства аэродромного комплекса.

2. На этапе функционирования:

1) постоянную возможность доставки самолетов (боеприпасов, запасных частей и др.) в соответствующие зоны аэродромного комплекса на основе использования оригинальной механизированной и автоматизированной систем;

2) возможность более быстрого и качественного выполнения работ по обслуживанию ВПП;

3) возможность постоянного поддержания в автоматическом режиме безопасного температурно-реологического состояния грунта вокруг винтовых микросвай и работы конструкций сооружений в устойчивом состоянии.

Предложенный комплекс технических решений по повышению эффективности аэродромного строительства на мерзлых грунтах позволяет значительно расширить область их применения при строительстве не только высокотехнологичных аэродромов, но и других важных сооружений в арктических зонах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.В., Жигадло А.П., Иванов Г.В., Робустов В.В. Строительство и расширение сетей дорог с твердым покрытием – важное направление успешного освоения Арктики // *Нефть и Газ Сибири*. 2017. № 1 (26). URL: <http://sib-ngs.ru/journals/article/554> (дата обращения: 15.01.2022).
2. Ромашков В.М. Исследование технологических процессов и планировочных решений аэродромов сельскохозяйственной авиации // *Труды НИИ «Аэропроект»: Технология и планировка аэропортов*. Вып. 10. М.: Аэропроект, 1972.
3. Картофелев Е.О., Акимов Б.Г., Кухаренко С.А. Применение свайно-эстакадных дорожных конструкций на слабых основаниях в условиях Томской области // *Вестник ТГАСУ*. 2010. № 4. С. 172–180.
4. Трофимов В.И., Кондратьев В.Г. Геотехнология и строительство на мерзлых органоминеральных грунтах. Тверь: ТвГТУ. 2014. 268 с.
5. Трофимов В.И. Высокоустойчивая конструкция быстровозводимого фундамента нефтяного резервуара для арктических зон // *Научный Вестник Арктики*. № 9. 2020. С. 28–31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ТРОФИМОВ Валерий Иванович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры производства строительных изделий и конструкций, ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», 170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: vitrofa@mail.ru

ГУЛЬТЯЕВ Вадим Иванович – доктор технических наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог, оснований и фундаментов, ФГБОУ ВО «Тверской государственной технической университет», 170026, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: vig0@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Трофимов В.И., Гультяев В.И. Повышение эффективности строительства аэродромных комплексов в условиях Крайнего Севера // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2022. № 2 (14). С. 20–30.

**INCREASING EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OF AIRFIELD COMPLEXES
IN CONDITIONS OF EXTREME NORTH**

V.I. Trofimov, V.I. Gulyaev
Tver State Technical University (Tver)

Abstract. The article concerns the features of the construction of the airfield complex in the conditions of the Far North, in which it is necessary to take into account the harsh natural and climatic conditions of construction, the eternal state of soils and the high cost of work. It has been shown that in addition to taking into account the peculiarities of soil conditions that affect the stability of the road and airfield, it is necessary to improve their design, especially in the case of the use of highly arid soils everywhere in these areas. The article considers the issues of improvement of the aerodrome complex construction technology in complex engineering and geological conditions of the Arctic zone. A new original design of the above-ground aerodrome complex of increased stability is proposed, which allows eliminating the complex technological operation for filling the embankment. The original project of the fast-moving aerodrome complex for the Arctic zone, developed at TVGTU, was highly appreciated at the XXIII Moscow International Salon of Inventions and Innovative Technologies "Archimedes 2020", having received a silver medal.

Keywords: aerodrome complex, high-moisture soil, construction, screw microways.

REFERENCES

1. Smirnov A.V., Zhigadlo A.P., Ivanov G.V., Robustov V.V. Problems of road construction in the Arctic. *Neft' i Gaz Sibiri*. 2017. No. 1 (26). URL: <http://sib-ngs.ru/journals/article/554> (date of access: 15.01.2022). (In Russian).
2. Romashkov V.M. Research of technological processes and planning solutions of agricultural aviation airfields. *Trudy NII «Aeroproekt»: Tekhnologiya i planirovka aeroportov*. Issue 10. Moscow: Aeroproekt. 1972. (In Russian).
3. Kartofelev E.O., Akimov B.G., Kuharenko S.A. The use of pile-trestle road structures on weak foundations in the conditions of the Tomsk region. *Vestnik TGASU*. 2010. No. 4, pp. 172–180. (In Russian).
4. Trofimov V.I., Kondrat'ev V.G. *Geotekhnologiya i stroitel'stvo na merzlyh organomineral'nyh gruntah* [Geotechnology and construction on frozen organic mineral soils]. Tver: TvGTU. 2014. 268 p.
5. Trofimov V.I. Highly stable construction of a pre-erected foundation of an oil tank for Arctic zones. *Nauchnyj Vestnik Arktiki*. 2020. No. 9, pp. 28–31. (In Russian).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

TROFIMOV Valerij Ivanovich – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor of the Department Building Materials and Structures, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: vitrofa@mail.ru

GULTYAEV Vadim Ivanovich – Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Roads, Substructures and Foundations, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: vig0@mail.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Trofimov V.I., Gulytaev V.I. Increasing efficiency of construction of airfield complexes in conditions of Extreme North // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2022. No. 2 (14), pp. 20–30.

УДК 692.23

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МНОГОСЛОЙНОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ**

С.В. Черемных

Тверской государственный технический университет (г. Тверь)

© Черемных С.В., 2022

Аннотация. Рассматривается влияние теплотехнических характеристик ограждающей конструкции на санитарно-гигиенические условия и условия энергоэффективности зданий и сооружений. В качестве ограждающей конструкции принимается наружная стена производственного здания, расположенного в г. Братске. Определение расчетных параметров наружной среды для района строительства выполняется согласно нормативной документации с учетом нормативных санитарно-гигиенических показателей микроклимата региона, внутренней среды объекта и режима эксплуатации здания и его помещений. Особое внимание уделяется определению требуемого термического сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, при вычислении которого рассчитывается толщина слоя многослойной неоднородной конструкции (утеплителя). Расчет выполняется с целью проверки соответствия нормируемых условий по превышению расчетного сопротивления теплопередачи над требуемым сопротивлением.

Ключевые слова: ограждающая конструкция, утеплитель, теплопроводность, энергоэффективность, теплоотдача, климатология.

DOI: 10.46573/2658-7459-2022-2-30-39

ВВЕДЕНИЕ

От теплотехнических качеств наружных ограждений зданий зависит ряд важных факторов, таких как благоприятный микроклимат внутренней среды зданий, обеспечение