

Автоматизация технологического процесса реализована средствами программируемого логического контроллера (ПЛК) Simatic S7-300 CPU 315-PN/DP на платформе Step7 Professional SP4 и сенсорной панели Simatic HMI на платформе TIA Portal.

ПЛК с соответствующими модулями ввода-вывода и сенсорной панелью Simatic HMI на платформе TIA Portal обеспечивают управление технологическим процессом и реализацию алгоритмов ПАЗ

Для программирования ПЛК и сенсорной панели используется система Step7 Professional SP4, поддерживающая три языка программирования:

1) контактный план (нем. KOP, англ. LAD), представляющий собой графический язык программирования с синтаксисом, похожим на релейно-контактные схемы;

2) список команд (нем. AWL, англ. STL) - текстовый язык программирования, подобный машинному коду, в котором отдельные команды соответствуют шагам, с помощью которых CPU исполняет программу; для облегчения программирования список команд расширен путем включения в него некоторых конструкций языков высокого уровня (таких как доступ к структурированным данным и параметры блоков); синтаксис языка похож на язык ассемблера и состоит из команд, за которыми следуют адреса (операнды), на которые команда действует;

3) функциональный план (нем. FUP, англ. FBD) - графический язык программирования, использующий для представления логических операций логические блоки, известные и булевой алгебры.

В технологических контроллерах для классификации переменных используется понятие файла данных. Файл данных - это определенное разработ-

чиком количество переменных одного типа, объединенных по функциональному назначению. При обращении к любой переменной области данных используется одинаковый механизм построения уникального имени переменной, одновременно являющегося ее адресом.

В рамках проекта разработан алгоритм для показательного и реального технологических процессов. Алгоритм разделен между защищенной частью авторского проекта и открытой, что позволяет легко и без участия разработчиков изменять и добавлять элементы управления в контроллер и панель, а также вывод сигналов в различные SCADA-системы по разработанной карте памяти электронного проекта.

Данная автоматизированная система обеспечивает:

- повышение оперативности управления системой автоматизации опытного резервуарного парка;
- обучение квалифицированных специалистов принципам управления технологическими процессами резервуарного парка;
- проведение научных экспериментов с целью улучшения показателей качества и безопасности ведения технологических процессов;
- разработка мероприятий по улучшению охраны труда и техники безопасности на технологических объектах.

#### Список литературы:

1. Федоров Ю.Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств // Автоматизация технологических процессов. – 2006 – № 1. – С. 718.
2. Федоров Ю.Н. Основы построения АСУТП взрывоопасных производств // Автоматизация технологических процессов. – 2006 – № 2. – С. 629.
3. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП // Проектирование и разработка. – 2008 – С. 929.

---

## УВЕЛИЧЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ.

---

*Базаева Алана Владимовна*

*Северо – Кавказский горно – металлургический институт  
(государственный технологический университет) (Россия, Владикавказ)*

#### АННОТАЦИЯ.

В статье рассмотрены основные требования при строительстве зданий и сооружений в сейсмических районах. Описываются группы грунтов в зависимости от сейсмических свойств, а также способы повышения несущей способности оснований.

#### ABSTRACT.

The article discusses the basic requirements for the construction of buildings and structures in seismic areas. Groups of soils are described depending on seismic properties, as well as ways to increase the bearing capacity of bases.

**Ключевые слова:** сейсмостойкость, грунт, категория, глина, вода

**Keywords:** seismic resistance, priming, category, clay, water.

К строительству зданий и сооружений в сейсмических районах определены специальные требования перечисленные в СНиП.

Уровень сейсмичности пункта строительства должен уточняться по картам сейсмического микрорайонирования.

Сейсмическое микрорайонирование населенных пунктов и территорий строительства должно производиться согласно материалам, характеризующим геологические и гидрогеологические условия, рельеф местности, физико-механические свойства.

Благоприятными в сейсмическом отношении грунтами можно считать полускальные породы и невыветренные скальные, а также плотные и маловлажные крупнообломочные грунты. Насыщенные водой гравийные, песчаные и глинистые грунты можно определить как неблагоприятные для сейсмических районов.

Что касается неблагоприятных в сейсмическом отношении площадок, то к ним относятся: крайне расчлененный рельеф местности (овраги, ущелья и обрывистые берега др.); близкие расположения линий тектонических разрывов, сильная нарушенность пород различными физико-геологическими процессами, выветренность.

В вопросах строительства зданий и сооружений в районах осыпей, обвалов, оползней, горных вырубков и пр., обязательно должны быть применены мероприятия обеспечивающие сейсмостойкость сооружений и зданий в соответствии с особым проектом по подготовке инженерной площадки. В перечисленных случаях нельзя допускать расположение строительных площадок в местах зоны насыпных грунтов, селевых потоков, осыпей, затоплениях или заболоченных с высоким уровнем грунтовых вод.

« В зависимости от сейсмических свойств различают следующие группы грунтов:

I-я группа: скальные грунты всех видов не выветрелые и слабовыветрелые; крупнообломочные грунты плотные маловлажные из магматических пород, содержащие до 30 % песчано-глинистого заполнителя.

II-я группа: скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые; крупнообломочные грунты за исключением отнесенных к I категории; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести  $I_L \leq 0,5$  при коэффициенте пористости  $e < 0,9$  - для глин и суглинков и  $e < 0,7$  - для супесей.

III-я группа: пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести  $I_L \geq 0,5$ ; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести  $I_L \leq 0,5$  при коэффициенте пористости  $e \geq 0,9$  - для глин и суглинков и  $e \geq 0,7$  - для супесей.

IV-я группа: пески рыхлые водонасыщенные, склонные к разжижению; насыпные грунты; плывуны, биогенные грунты и илы.

Если площадка строительства находится на грунтах I-й категории, то сейсмичность уменьшается на 1б., на грунтах 2-й категории – не меняется, на грунтах 3-й категории – увеличивается на 1б., на грунтах 4-й категории – устанавливается по результатам специальных исследований. » [ 6 ]

Рассмотрим способы повышения несущей способности оснований.

Инъекционное закрепление грунтов является наиболее популярным среди методов; оно основано на искусственном целенаправленном преобразовании строительных свойств грунтов нагнетанием в них под давлением скрепляющих растворов по специальным трубопроводам в дренирующие грунты оснований.

Технология работ при инъекционном закреплении грунтов состоит из трех операций:

- бурение инъекционных скважин;
- оборудование скважин перфорированными металлическими трубами;
- нагнетание скрепляющих растворов.

В качестве скрепляющих растворов применяют:

- жидкое стекло с отвердителем - силикатизация;
- горячий битум или холодные битумные эмульсии - битумизация;
- электросиликатизация с использованием постоянного тока;
- термическая обработка грунта..
- цементную суспензию или раствор - цементация;

- водорастворимые смолы - смолязация;

На определенную небольшим уровнем глубину (до 15 м) инъекторы бывают погружены в грунт, пневматическими молотками, вибропогружателями и копрами, а на глубине свыше 15 м опускают в предварительно пробуренные скважины. Прежде чем опустить инъектор в скважину, его необходимо промыть водой или продуть сжатым воздухом. Данное действие повышает механическую прочность и устойчивость, а так же уменьшает сжимаемость и водопроницаемость дисперсных грунтов.

Методы закрепления исходя из технологий закрепления или процессов, происходящих в грунте делятся на три вида: термические, химические, физико-химические.

**Химические способы состоят из двух групп:**

- применение водорастворимых смол (карбомидные, фурановые, резорцино-формальдегидные, акриловые и др.) - (смолязация).
- использование силикатных растворов и их производных (силикатизация);

**Для повышения несущей способности, устойчивости и водонепроницаемости сухих и водонасыщенных песков, лессовидных грунтов - применяется силикатизация. Коллоидный раствор силиката натрия должен являться основным компонентом при силикатизации.**

Силикатизационный способ используется двухрастворный и однорастворный. Если при двухрастворном способе в сухие и водонасыщенные средние и крупные песчаные грунты последовательно нагнетают под давлением 15 ат раствор жидкого стекла (силикат натрия) и хлористого кальция, в свою очередь вступающие в химическую реакцию во время образования геля кремниевой кислоты, хлористого натрия и гидрата окиси кальция. Высо-

кую прочность грунта от 1,5 до 3,5 МПа и практическую водонепроницаемость обеспечивает двухрастворный способ.

В лессовых просадочных грунтах необходимо использовать односторонний способ силикатизации нагнетанием раствора одного жидкого стекла под давлением до 5 ат, он вступает в взаимодействие с содержащимися в грунтах солями кальция с образованием геля кремниевой кислоты, сернокислого натрия и гидрата окиси кальция. Гунт выступает в роли второго компонента. Закрепленный грунт при односторонней силикатизации имеет кубиковую прочность от 0,35. При односторонней силикатизации закрепленный грунт имеет кубиковую прочность от 0,35 до 1,5 МПа, которая не снижается при воздействии на грунт агрессивных вод.

Во время электросиликатизации используется комбинированное применение силикатных растворов и постоянного электрического тока.

Песчаные грунты с коэффициентом фильтрации 0,5-5 м/сут и слабые лессовые грунты рекомендуется закреплять смолязацией используя инъектирование водных растворов фенольных, фурановых, акриловых карбомидных и других видов синтетических смол с различными отвердителями. Наиболее приемлемой для закрепления грунтов является мочевиноформальдегидная (карбомидная) смола в смеси раствором одной из кислот (щавелевой или соляной). Экономным можно назвать применение карбомидной смолы, учитывая, что она легко растворяется в воде, твердеет без применения высоких температур, имеет малую вязкость, а также обычно выпускается большими количествами отечественной промышленностью. При применении инъекторов во время смолязации, они должны располагаться в упорядоченном шахматном порядке, а уже в зависимости от вида укрепляемого грунта и его коэффициента фильтрации - должно быть соблюдено расстояние. Прочное закрепление грунта обеспечивает смолязация, придавая ему водонепроницаемость. Более того, данный способ позволяет закрепить карбонатные грунты. Ярким примером удачного применения карбомидной смолы является укрепление пылеватых песков в основании государственного академического театра оперы им Кирова в городе Санкт-Петербурге во время его реконструкции.

**К физико-химическим методам** закрепления грунтов относятся: глинизация, битумизация грунтоцементация и цементация.

Вопрос применения цементации является важным для укрепления крупно- и среднезернистых песков, трещиноватых скальных и крупнообломочных пород с увеличением  $R_{сж}$  до 3,5 МПа. Исследования показали, что применение метода цементации является одним из безопаснейших с точки зрения воздействия на окружающую среду, так как затвердевший портландцемент состоит в основном из гидросиликатов кальция, практически нерастворимых в воде. За годы индустриализации и строи-

тельства разработаны методы автоматизированного устройства скважин с помощью управляемых пневмопробойников, дающих возможность разрабатывать криволинейные скважины и применять цементацию влажных грунтов под зданиями без применения обсадных труб и опускных колодцев.

В вопросе закрепления трещиноватых скальных пород и песчаных грунтов, а также для прекращения фильтрации воды через эти грунты используется Битумизация (горячим битумом и холодных битумных эмульсий). Он состоит из холодных битумных эмульсий через инъекторы, состоящие из двух труб: внутренней, имеющей отверстия для выхода битума и опускающей в грунт ниже наружной, выполняющей защитную роль или в нагнетании под давлением 50-80 ат через пробуренные скважины расплавленного битума марок БН-111 и БН-V.

Горячая битумизация чаще используется для трещиноватых скальных и полускальных пород, что касается песчаных грунтов, то здесь используется способ холодной битумизации с использованием холодных битумных эмульсий, обладающей высокой проникаемостью, в отличие от разогретого битума.

Негативным свойством горячей битумизации является то, что при наличии большого напора грунтовых вод есть опасность выдавливания битума из трещин и каверн, более того, значительная вязкость является препятствием для полного затопления трещин и каверн с раскрытием менее 1мм, а значит и придать грунту полную водонепроницаемость.

Анализ недостатков в вопросах битумизации привёл к тому, что данный способ стал редко применяться в реконструкциях. Для придания грунтам водонепроницаемости определён способ холодной битумизации путём нагнетания в них холодных битумных эмульсий, частицы которых имеет возможности проникать в поры грунта.

Исходя из сейсмического микрорайонирования населенных пунктов и территорий строительства, и категорий грунта, можно определить нужный метод закрепления несущей способности оснований.

#### **Список использованной литературы**

1. А. Н. Бирбраер - расчет конструкций на сейсмостойкость; Санкт-Петербург "наука" 1998
2. Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука, 1980.
3. СНиП П-7-81\*. Строительство в сейсмических районах / Минстрой России. М.: ГП ЦПП, 1995.
4. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.
5. Шебалин Н.И. Методы использования инженерно-сейсмологических данных при сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука, 1968. С. 95-111.
6. <https://studfiles.net/preview/5230142/page:3/>