



Criterion of choice of foundation’s type depending on conditions of the building and kind of construction

A.O. Povzun¹, E.S. Kolosov²

Saint-Petersburg State Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia.

ARTICLE INFO

Article history

Received 8 December 2013

Keywords

foundation
 footing depth
 dynamic loads
 permafrost soil
 pile foundation

ABSTRACT

The problem of optimal design and construction of foundations have always had a special relevance not only technologically, but also in economic terms. This is due to the special interest of all divisions of the construction industry to reduce the cost of construction. Reduced operation costs while ensuring reliability, optimization of effort and time for the construction of underground structures are crucial to improve the efficiency of capital investments and improving the quality of construction. The need to address these issues is an important task of the modern foundation engineering.

This article analyzes the current experience of designing the foundations of buildings and structures for various applications in different conditions of their construction. The recommendations to determine the optimal type of foundation depending on the construction and the type of object are given in this item.

Contents

1.	Introduction	3
2.	A review of the literature	3
3.	Objectives of the study	3
4.	Analysis	3
5.	Conclusion	6
	Russian version of the article	9

¹ Corresponding author:
 +7 (911) 273 9088, triksi_04@mail.ru (Anastasia Olegovna Povzun, student)
² +7 (921) 381 8137, eskol@cef.spbstu.ru (Evgeniy Sergeevich Kolosov, senior lecturer)

1. Introduction

The foundation is a fundamental design of the constructed facility. Reliability and durability of the building directly depend on the correctness of a choice of type of foundation for building and designing. Errors at this stage may lead to undesirable consequences: uneven precipitation, roll, cracks in the bearing and enclosing structures, and as a consequence, to the destruction of the object of construction. Today, with the erection of buildings and constructions there are different kinds of foundations, numerous technologies to their devices. Analysis of available experience research shows that the choice of a certain type of foundation depends on the type of soil, on which the foundation is built, the purpose of the construction object, the loads transmitted to the foundation of the conditions in which the object is supposed to build. The efficiency and rationality of the use of any type of foundation is determined on the basis of comparison of technical and economic indicators, obtained with diverse design.

2. A review of the literature

Professor N. A. Tsytoich, soviet scientists N. M. Gersevanov, V. A. Florin, M. I. Gorbunov and other conducted detailed research in the field of soil mechanics and foundation settlements [12 - 15]. A team of scientists headed by Professor C. D. Berezantsev conducted broad experienced and theoretical studies of the stability of bases [16]. In addition, a foreign experience in the design and analysis of different types of foundations was studied [17 - 26].

However, despite the large number of fundamental works and publications on the subject, they did not provide clear recommendations on the choice of a specific type of foundation depending on various conditions.

3. Objectives of the study

The main task is a generalization of the available experience in the design of the foundations in different conditions to determine the best type Foundation, depending on the conditions of construction and object type.

4. Analysis

4.1. Preliminary assessment of the field of application of the foundations of different types depending on the soil conditions can be done using the table 1 [1], which shows both cases the unqualified application of the foundations of the appropriate type, and the cases of use of alternative engineering.

Table 1. Scope of the foundations of different types of soils

Soils	Type of foundation			
	Belt	Plate	Pier	Piles
Rock	+	+	+	-
Lardge-clastic and sand	±	±	±	±
Silty-clay	±	±	±	±

Remark: «+» - recommended for consideration; «-» - not recommended for consideration; «±» - required variance design.

4.2. The research resulted in the depth of external and internal foundations of heated buildings with the cold basements and technical undergrounds (with a negative temperature in winter) may take a table 2 [7], counting from the floor to the basement or technical underground.

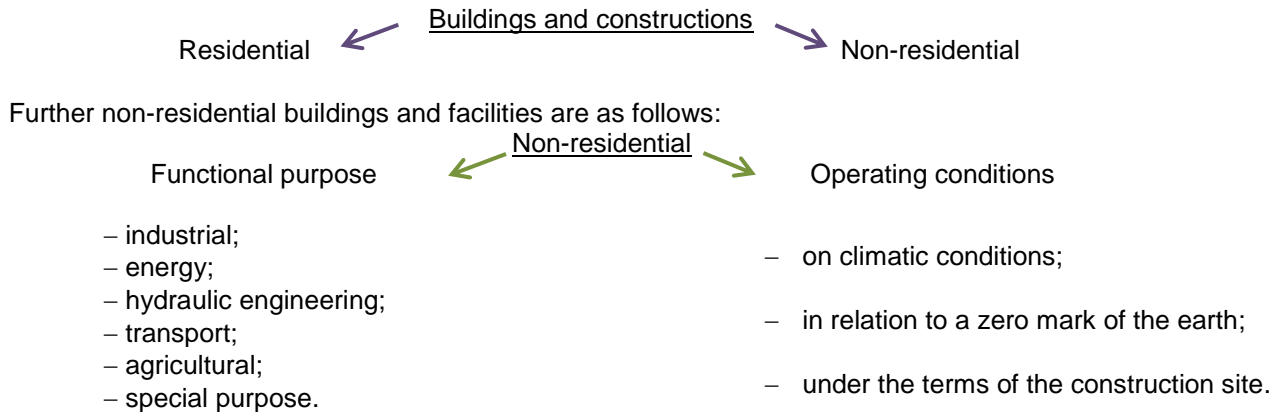
Table 2. The choice of the depth of foundations

Soils under the sole foundation	Depth of laying of foundations depending on the depth of the groundwater level d_w , m, and the projected depth of seasonal soil freezing d_f , m, at	
	$d_w \leq d_f + 2$	$d_w > d_f + 2$
Rocky, large-fragments with sandy filler, sand gravelly, large and medium-size	does not depend on d_f	does not depend on d_f
Sands small and silt, sand clays	at least d_f	does not depend on d_f

Soils under the sole foundation	Depth of laying of foundations depending on the depth of the groundwater level d_w , m, and the projected depth of seasonal soil freezing d_f , m, at	
	$d_w \leq d_f + 2$	$d_w > d_f + 2$
Loam, clay, as well as large-fragments soils with silty-clay filler	at least d_f	at least $0,5 d_f$

Remark. In cases where the depth of laying of foundations does not depend on the projected freezing depth d_f , appropriate soils, specified in this table should lie to a depth of not less regulatory freezing depth d_{fn} .

4.3. In result of studies determined that the buildings and constructions are distinguished by their purpose. Based on the analysis of the conducted research the following classification of buildings and constructions:



Featured types of foundations depending on the design of a residential building are given in table 3 [8].

Table 3. Recommended types of foundations for residential buildings of different heights

The height of the residential building, m		less than 10	10-25	25-50	more than 50
The approximate level of pressures under groundworks, кPa		100-200	200-300	250-350	300-450
Reinforced concrete foundations	Block	+	+	-	-
	Tape	+	+	+	-
	Raft	-	+	+	+
	On drill-injected piles	+	-	-	-
	On drill- screw piles	+	-	-	-
	On driven piles	+	+	+	+
	On drilled piles	-	+	+	+
	Combined pilestove	-	-	+	+

Remark: «+» - recommended for consideration; «-» - not recommended for consideration.

4.4. In industrial buildings, in addition to the static, there are also dynamic loads when the action of the unbalanced mass of various machines on the Foundation and basis or on impact. In accordance with data of the influence of foundations for equipment with dynamic loads are given in table 4 [9].

Table 4. Foundations for equipment with dynamic loads

Types of foundations	Equipment with dynamic loads
Frame, representing a spatial design, consisting, as a rule, from the top plate or a system of beams supported through a range of supports to the bottom of the base plate	Machines with rotating balanced masses (turbo-alternators, dynamos, motor-generators, metal-cutting machines and other)

Types of foundations	Equipment with dynamic loads
Wallest, consisting of a bottom of a foundation plate (or grillage), system of walls and the top plate (or frame), which is one of the equipment	The machine with the crank-rod mechanisms and piston machines; machines slapper
Massive as a block or plate with the necessary прямыми, wells and holes for placement of machine parts, accessories, communications etc.	

4.5. For installation of the racks condensation cellars engine rooms of the main building of the TPP and NPP apply foundations of the glass type. Under the reactor compartments of nuclear power plants is set as a rule, square concrete slabs of box-type. Also under NPP construction arrange pile foundations.

4.6. In hydro engineering constructions for bridges should be applied pile foundations with grillage, located in the water (rivers with heavy ice regime), and grillage, located over the water. Used piles-shell, drop-in and drilling piles.

4.7. In transport construction for small railway bridges with the supports of small height or low-compressibility soils satisfied with shallow foundations. If the soil at the base of the bridge are weak, the construction of deep foundations (solid or hollow concrete piles).

4.8. For buildings and structures for agricultural purposes should apply the following types of foundations:

Table 5. Recommended types of foundations agricultural buildings

Agricultural buildings	Types of foundations
Wooden buildings and canopies	Bar (wood, in the form of «chairs»)
One-storeyed frame buildings	Column (rubble; brick normal firing)
Building with massive walls (with basement)	Tape
	Pile (printed concrete, rubble concrete, soil-concrete piles up to 3 m)

Device and operating conditions of the foundation depend on the climatic conditions in which the object is built. A considerable part of the territory of Russia is located in the permafrost zone. When construction in permafrost soils depending on the design and technological features of buildings and constructions, engineering-geocryological conditions and possibility of purposeful change of soils is one of the following principles of using permafrost soils as a base of the structures:

– Principle I - permanently frozen soils of the basis used in a frozen state is maintained in the course of construction and during the entire period of operation of the facility;

– Principle II - permanently frozen soils of the basis used in thawed or defrosts state (with their preliminary defrosting the calculated depth to start the construction of buildings or with the assumption of their thawing during operation of the facility).

When using permafrost soils as a base on the principle I of the minimum depth of the foundations d_{min} must take on the table. 6 [11], depending on the projected depth of seasonal thawing soil d_{th} determined under compulsory Annex 3 [11].

Table 6

Foundations	Minimum depth foundations d_{min} , m
The foundations of all types, except the pile	$d_{th} + 1$
Pile foundations of buildings and constructions	$d_{th} + 2$
Piles of supports of bridges	$d_{th} + 4$
Foundations of buildings and constructions, erected on the paddings	Not standardized

Remark. When using permafrost soils as a base on principle II of the minimum depth of the foundations d_{min} takes in accordance with the requirements of SNiP 2.02.01-83 in relation to the estimated depth of seasonal soil freezing d_f determined under compulsory Annex 3 [11], and the level of groundwater, which is made with regard to education under construction zone thawing soil.

4.9. Depending on conditions of construction site featured types of foundations are given in table 7 [8].

Table 7. Recommended types of foundations depending on the peculiarities of sites

Features sites that are allocated for construction	Type of foundations							
	On the natural basis			Pile foundations				
	Reinforced concrete foundation			on drill-injected piles	on drill-screw piles	on driven piles	on drilled piles	combined pilestove
	modular	tape	plate					
Construction on the newly allocated territories	+	+	+	+	+	+	+	+
Construction on the territories after their preliminary engineering preparation	-	+	+	-	-	+	+	+
Construction on vacant or exempted territories in the zone of the existing relevant development	-	+	+	+	+	±	+	+
Reconstruction of buildings with the change of (partial or full) of its structures	+	+	+	+	+	-	-	-
Reconstruction of monuments of architecture	-	-	-	+	+	-	-	-

Remark: «+» - recommended for consideration; «-» - not recommended for consideration.

5. Conclusion

So, as a result of this work, it can be concluded:

5.1. Choose a specific type of Foundation depends on the type of soil, on which the Foundation is built, the purpose of the construction object, the loads transmitted to the Foundation of the conditions in which the object is supposed to build.

5.2. The final choice of type of grounds or constructive decisions of foundations is based on comparisons of technical and economic indicators, obtained with the help of alternative engineering.

References

1. Gorbunov-Posadov M.I., Ilyichev M.I., Krutov B.I. *Osnovaniya, fundamenty i podzemnyye sooruzheniya* [The bases, foundations and underground structures]. M: Stroyizdat, 1985. 480 p. (rus)
2. Denisov O.G. *[Bases and foundations of industrial and civil buildings]*. M: Vischaya Scola, 1968. 375 p. (rus)
3. *Rekomendatsii po proyektirovaniyu i ustroystvu osnovaniy i fundamentov pri vozvedenii zdaniy vblizi sushchestvuyushchikh v usloviyakh plotnoy zastroyki v g. Moskve*. [Recommendations to the design and installation of bases and foundations with the erection of buildings near existing in the conditions of dense construction in Moscow]. M.: Moscomarchitectura, 13.01.99. №2. (rus)
4. Shvetsov G.I. *Osnovaniya i fundamenty*. [Bases and foundations]. M: Vischaya Scola, 1991. 383 p. (rus)
5. Glotov N.M. *Osnovaniya i fundamenty mostov*. [Foundations of bridges] M: Transport, 1990. 240 p. (rus)
6. Topchiy D.N. *Selskokhozyaystvennyye zdaniya i sooruzheniya*. [Agricultural buildings and structures]. M.: Agropromizdat, 1985. 480 p. (rus)
7. SNiP 2.02.01-83. *Osnovaniya zdaniy i sooruzheniy*. [Foundation of buildings and constructions]. (rus)
8. SNiP 2.02.05-87. *Fundamenty mashin s dinamicheskimi nagruzkami*. [Foundations machines with dynamic loads]. (rus)
9. Pirogovskiy K.N. *Fundamenty transportnykh sooruzheniy. Proyektirovaniye: Fundamenty melkogo i glubokogo zalozheniya. Svaynyye fundamenty*. [Foundations of transport constructions. Design: Foundations of shallow and deep foundations. Pile foundations]. Gomel; BelSUT, 2009. 90 p. (rus)
10. SNiP 2.02.04-88. *Osnovaniya i fundamenty na vechnomerzlykh gruntakh*. [Bases and foundations in permafrost soils]. (rus)
11. *Instruktsiya po proyektirovaniyu vspomogatelnykh sooruzheniy i ustroystv dlya stroitelstva mostov*. [Instructions for the design of support structures and devices for bridge building. (VSN 136-78). M.: Ministry of transport construction of USSR, GU CPP] 1978. 30 p. (rus)
12. Kirillov V. S. *Osnovaniya i fundamenty*. [Bases and foundations]. M.: Transport, 1980. 392 p. (rus)
13. *Stroitelstvo mostov i trub*. [Construction of bridges and pipes]. Handbook. Ed. by V. S. Kirillov. M.: Transport, 1975. 600 p. (rus)
14. Andreev, A.I. Dubrovsky, I.S. Feinstein. *Spravochnik po postroyke iskusstvennykh sooruzheniy*. [Reference construction of artificial structures]. N.P. M.: Transport, 1962. 512 p. (rus)
15. Tsytoich N.A., Berezantsev V.G., Dalmatov M. *Osnovaniya i fundamenty. Kratkiy kurs*. [Foundations. A short course]. M: Higher School, 1970. 384 p. (rus)
16. Berezantsev V.G. *Raschet osnovaniy sooruzheniy. Posobiye po proyektirovaniyu*. [Calculation of ground structures. Manual of engineering]. L.: Publishing House construction, 1970. 208 p. (rus)
17. Dheerendra Babu M.R., Nayak S., Shivashankar R.A Critical Review of Construction, Analysis and Behaviour of Stone Columns // Geotechnical and Geological Engineering. 2013. №31 (1). Pp. 1-22.
18. Castro, J., Sagasetta, C. Deformation and consolidation around encased stone columns // Geotextiles and Geomembranes. 2011. №29 (3). Pp. 268-276.
19. Joergensen, H.B., Hoang, L.C. Tests and limit analysis of loop connections between precast concrete elements loaded in tension // Engineering Structures. 2013. №52. Pp. 558-569.
20. Sayed S.M., Sunna H.N., Moore P.R. Load rating of pile-supported bridges susceptible to scour // Journal of Bridge Engineering. 2013. №18 (5). Pp. 439-449.
21. Tsinker G.P. Port engineering: planning, construction, maintenance and security // Design and Construction. 2004. 881 p.
22. Chudley R., Greeno R. Building construction handbook. 2008. Pp. 212-229.
23. Philipponnat G., Hubert B. Fondationetouvrages en terre. Paris: Eyrolles, 2008. 548 p.
24. Rajapakse R. Pile Design and Construction Rules of Thumb. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2008. 444p.
25. Tomlinson M. J. Foundation design and construction. Longman: Scientific & technical, 1995. 536 p.
26. Donald P. Coduto. Foundation design principles and practices / Donald, P. Coduto. Prentice Hall, 2000. 883 p.
27. Vatin N. I., Kolosova N. B., Berdugin I. A. Research of assessment techniques of earthwork production's efficiency // Construction of unique buildings and structures. 2013. №7 (13). Pp. 64-70. (rus)

Критерии выбора типа фундамента в зависимости от условий строительства и типа объекта

А.О. Повзун³, Е.С. Колосов⁴

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 195251, Россия,
Санкт-Петербург, Политехническая, 29.

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ	История	Ключевые слова
УДК 624.151	Подана в редакцию 8 декабря 2013	фундамент глубина заложения динамические нагрузки вечномерзлые грунты свайный фундамент

АННОТАЦИЯ

Проблема оптимального проектирования и возведения фундаментов всегда имела особую актуальность не только с технологической, но и экономической точки зрения. Это связано с особой заинтересованностью всех подразделений строительной отрасли в снижении стоимости строительства. Снижение себестоимости работ при одновременном обеспечении надежности, оптимизация трудозатрат и времени на сооружение подземных конструкций имеют огромное значение для повышения эффективности использования капитальных вложений и повышения качества строительства. Необходимость решения данных проблем является важной задачей современного фундаментостроения.

В статье проведен анализ имеющегося опыта проектирования фундаментов зданий и сооружений различного функционального назначения в различных условиях их возведения. Приведены рекомендации по определению оптимального типа фундамента в зависимости от условий строительства и типа объекта.

3

Контактный автор:

+7 (911) 273 9088, triksi_04@mail.ru (Повзун Анастасия Олеговна, студент)

4

+7 (921) 381 8137, eskol@cef.spbstu.ru (Колосов Евгений Сергеевич, старший преподаватель)

1. Введение

Фундамент является основополагающей конструкцией возводимого сооружения. Надежность и долговечность здания напрямую зависят от правильности выбора типа фундамента для строительства и его проектирования. Ошибки на данной стадии могут привести к нежелательным последствиям: неравномерным осадкам, крену, трещинам в несущих и ограждающих конструкциях, и, как следствие, к разрушению объекта строительства.

Сегодня при возведении зданий и сооружений применяются различные виды фундаментов, существует множество технологий их устройства. Анализ имеющегося опыта исследований показывает, что выбор определённого типа фундамента зависит от вида грунта, на котором располагается фундамент, от назначения объекта строительства, от нагрузок, передаваемых на данный фундамент, от условий, в которых объект предполагается возвести.

Эффективность и рациональность применения того или иного вида фундамента определяется на основании сравнения технико-экономических показателей, получаемых при вариантном проектировании.

2. Обзор литературы

Детальные исследования в области механики грунтов и фундаментостроения проводили профессор Цытович Н. А., советские ученые Герсевич Н. М., Флорин В. А., Горбунов-Посадов М. И. и др. [12 - 15]. Широкие опытные и теоретические исследования устойчивости оснований проведены коллективом ученых во главе с профессором Березанцевым В. Г. [16]. Изучены также иностранный опыт проектирования и анализ работы фундаментов различных типов [17 - 27].

Однако, не смотря на большое количество фундаментальных трудов и публикаций по данной тематике, в них не содержится четких рекомендаций по выбору определенного типа фундамента в зависимости от различных условий строительства.

3. Задачи исследования

Основные задачи – обобщение имеющегося опыта проектирования фундаментов в различных условиях с целью определения оптимального типа фундамента в зависимости от условий строительства и типа объекта.

4. Анализ

4.1. Предварительная оценка области применения фундаментов различных типов в зависимости от грунтовых условий может быть выполнена с помощью таблицы 1 [1], в которой указаны как случаи безусловного применения фундаментов соответствующего типа, так и случаи применения вариантного проектирования, когда путем сравнения технико-экономических показателей назначается наиболее эффективный тип фундамента.

Таблица 1. Область применения фундаментов различных типов в зависимости от грунтов

Грунты	Тип фундамента			
	Ленточный	Плитный	Столбчатый	Свайный
Скальные	+	+	+	-
Крупнообломочные и песчаные	±	±	±	±
Пылевато-глинистые	±	±	±	±

Примечание: «+» - рекомендуется для применения; «-» - не рекомендуется для применения; «±» - требуется вариантное проектирование.

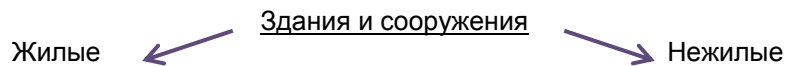
4.2. В результате проведенных исследований глубину заложения наружных и внутренних фундаментов отапливаемых сооружений с холодными подвалами и техническими подпольями (имеющими отрицательную температуру в зимний период) возможно принимать по таблице 2 [7], считая от пола до подвала или технического подполья.

Таблица 2. Выбор глубины заложения фундаментов

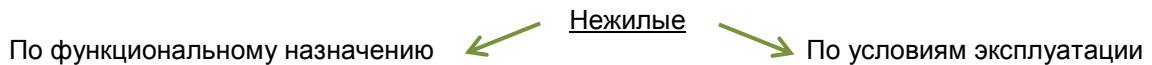
Грунты под подошвой фундамента	Глубина заложения фундаментов в зависимости от глубины расположения уровня подземных вод d_w , м, и расчетной глубины сезонного промерзания грунта d_f , м, при	
	$d_w \leq d_f + 2$	$d_w > d_f + 2$
Скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески гравелистые, крупные и средней крупности	не зависит от d_f	не зависит от d_f
Пески мелкие и пылеватые, супеси	не менее d_f	не зависит от d_f
Суглинки, глины, а также крупно-обломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем	не менее d_f	не менее $0,5 d_f$

Примечание. В случаях, когда глубина заложения фундаментов не зависит от расчетной глубины промерзания d_f , соответствующие грунты, указанные в настоящей таблице, должны залегать до глубины не менее нормативной глубины промерзания d_{fn} .

4.3. В результате исследований определено, что здания и сооружения различают по своему назначению. На основании анализа проведенных исследований предлагается следующая классификация зданий и сооружений:



Далее нежилые здания и сооружения классифицируются следующим образом:



- промышленные;
- энергетические;
- гидротехнические;
- транспортные;
- сельскохозяйственные;
- специального назначения.

- по климатическим условиям;
- по отношению к нулевой отметке земли;
- по условиям строительной площадки.

Рекомендуемые типы фундаментов в зависимости от конструкции жилого здания приведены в таблице 3 [8].

Таблица 3. Рекомендуемые типы фундаментов для жилых зданий различной высоты

Высота жилого здания, м		менее 10	10-25	25-50	более 50
Примерный уровень давлений под фундаментами, кПа		100-200	200-300	250-350	300-450
Железобетонные фундаменты	Блочный	+	+	-	-
	Ленточный	+	+	+	-
	Плитный	-	+	+	+
	На буроинъекционных сваях	+	-	-	-
	На бурозавинчивающихся сваях	+	-	-	-
	На забивных сваях	+	+	+	+
	На буронабивных сваях	-	+	+	+
Комбинированный свайноплитный	-	-	+	+	

Примечание: «+» - рекомендуется для рассмотрения; «-» - не рекомендуется для рассмотрения.

4.4. В промышленных зданиях, кроме статических, возникают также динамические нагрузки при действии неуравновешенных масс различных машин на фундамент и основание или при ударе. В соответствии с данным воздействием фундаменты под машины с динамическими нагрузками приведены в таблице 4 [9].

Таблица 4. Фундаменты под машины с динамическими нагрузками

Виды фундаментов	Машины с динамическими нагрузками
Рамные, представляющие собой пространственную конструкцию, состоящую, как правило, из верхней плиты или системы балок, опирающихся через ряд стоек на нижнюю фундаментную плиту	Машины с вращающимися уравновешенными массами (турбогенераторы, динамомшины, мотор-генераторы, металлорежущие станки и др.)
Стенчатые, состоящие из нижней фундаментной плиты (или ростверка), системы стен и верхней плиты (или рамы), на которой располагается оборудование	Машины с кривошипно-шатунными механизмами и поршневые машины; машины ударного действия
Массивные в виде блока или плиты с необходимыми прямыми, колодцами и отверстиями для размещения частей машины, вспомогательного оборудования, коммуникаций и т.д.	

4.5. Для установки стоек конденсационных подвалов машинных отделений главных корпусов ТЭС и АЭС применяют фундаменты стаканного типа. Под реакторными отделениями атомных электростанций устанавливают, как правило, квадратные железобетонные плиты коробчатого типа. Также под сооружения АЭС устраивают свайные фундаменты.

4.6. В гидротехническом строительстве для устройства мостов следует применять свайные фундаменты с ростверком, расположенным в воде (на реках с тяжелым ледовым режимом), и ростверком, расположенным над водой. Используются сваи-оболочки, забивные и буровые сваи.

4.7. В транспортном строительстве для малых железнодорожных мостов с опорами небольшой высоты или на малосжимаемых грунтах устраивают фундаменты мелкого заложения. Если грунты в основании моста слабы, то необходимо сооружение фундаментов глубокого заложения (сплошные или полые железобетонные сваи).

4.8. Для зданий и сооружений сельскохозяйственного назначения следует применять следующие типы фундаментов:

Таблица 5. Рекомендуемые типы фундаментов сельскохозяйственных зданий

С/х здания	Виды фундаментов
Деревянные здания и навесы	Столбчатые (деревянные, в виде «стульев»)
Одноэтажные каркасные здания	Столбчатые (бутовые; из кирпича нормального обжига)
Здания с массивными стенами (с подвалом)	Ленточные
	Свайные (набивные бетонные, бутобетонные, грунтобетонные сваи до 3 м)

Устройство и условия эксплуатации фундамента зависят от климатических условий, в которых возводится объект строительства. Значительная часть территории России расположена в зоне вечной мерзлоты. При строительстве на вечномёрзлых грунтах в зависимости от конструктивных и технологических особенностей зданий и сооружений, инженерно-геокриологических условий и возможности целенаправленного изменения свойств грунтов основания применяется один из следующих принципов использования вечномёрзлых грунтов в качестве основания сооружений:

– принцип I – вечномёрзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения;

– принцип II – вечномерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения).

При использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по принципу I минимальную глубину заложения фундаментов d_{min} необходимо принимать по табл. 6 [11] в зависимости от расчетной глубины сезонного оттаивания грунта d_{th} , определяемой согласно обязательному приложению 3 [11].

Таблица 6

Фундаменты	Минимальная глубина заложения фундаментов d_{min} , м
Фундаменты всех типов, кроме свайных	$d_{th} + 1$
Свайные фундаменты зданий и сооружений	$d_{th} + 2$
Сваи опор мостов	$d_{th} + 4$
Фундаменты зданий и сооружений, возводимых на подсыпках	Не нормируется

Примечание. При использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания по принципу II минимальную глубину заложения фундаментов d_{min} следует принимать в соответствии с требованиями СНиП 2.02.01–83 в зависимости от расчетной глубины сезонного промерзания грунта d_f , определяемой согласно обязательному приложению 3 [11], и уровня подземных вод, который принимается с учетом образования под сооружением зоны оттаивания грунта.

4.9. В зависимости от условий строительной площадки рекомендуемые типы фундаментов приведены в таблице 7 [8].

Таблица 7. Рекомендуемые типы фундаментов в зависимости от особенности площадок

Особенности площадок, выделяемых для строительства	Тип фундаментов							
	На естественном основании			Свайные фундаменты				
	Железобетонные фундаментные			на буро-инъекционных сваях	на буро-завинчивающихся сваях	на забивных сваях	на буронабивных сваях	комбинированный свайно-плитный
	блочный	ленточный	плитный					
Строительство на вновь выделяемых территориях	+	+	+	+	+	+	+	+
Строительство на территориях после их предварительной инженерной подготовки	-	+	+	-	-	+	+	+
Строительство на свободных или освобождаемых территориях в зоне существующей застройки	-	+	+	+	+	±	+	+
Реконструкция зданий с изменением (частичным или полным) его конструкций	+	+	+	+	+	-	-	-
Реконструкция памятников архитектуры	-	-	-	+	+	-	-	-

Примечание: «+» - рекомендуется для рассмотрения; «-» - не рекомендуется для рассмотрения.

5. Заключение

В результате данной работы можно сделать следующие выводы:

5.1. Выбор определённого типа фундамента зависит от вида грунта, на котором располагается фундамент, от назначения объекта строительства, от нагрузок, передаваемых на данный фундамент, от условий, в которых объект предполагается возвести.

5.2. Окончательный выбор типа оснований или конструктивных решений фундаментов выполняется на основании сравнений технико-экономических показателей, получаемых с помощью вариантного проектирования.

Литература

1. Горбунов-Посадов М.И., Ильичев М.И., Крутов Б.И. Основания, фундаменты и подземные сооружения. М: Стройиздат, 1985. 480 с.
2. Денисов О.Г. Основания и фундаменты промышленных и гражданских зданий. М: Высшая школа, 1968. 375 с.
3. Рекомендации по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в г. Москве. Москомархитектура, 13.01.99 г. N2.
4. Швецов Г.И. Основания и фундаменты. М: Высшая школа, 1991. 383 с.
5. Глотов Н.М. Основания и фундаменты мостов. М: Транспорт, 1990. 240 с.
6. Топчий Д. Н. Сельскохозяйственные здания и сооружения. М: Агропромиздат, 1985. 480 с.
7. СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений.
8. СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками.
9. Пироговский К.Н. Фундаменты транспортных сооружений. Проектирование: Фундаменты мелкого и глубокого заложения. Свайные фундаменты. Гомель: БелГУТ, 2009. 90 с.
10. СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах.
11. Инструкция по проектированию вспомогательных сооружений и устройств для строительства мостов. (ВСН-136-78). М.: ГУ ЦПП, Минтрансстрой СССР, 2001. 30 с.
12. Кириллов В.С. Основания и фундаменты. М.: Транспорт, 1980. 392 с.
13. Кириллов В.С. Строительство мостов и труб. Справочник. М.: Транспорт, 1975. 600 с.
14. Андреев Н.П., Дубровский А.И., Файнштейн И.С. Справочник по постройке искусственных сооружений. М.: Транспорт, 1962 г. 512 с.
15. Цытович Н.А., Березанцев В.Г., Далматов М.Ю. Основания и фундаменты. Краткий курс. М.: Высшая школа, 1970. 384 с.
16. Березанцев В.Г. Расчет оснований сооружений. Пособие по проектированию. Л.: Издательство литературы по строительству, 1970. 208 с.
17. Dheerendra Babu M.R., Nayak S., Shivashankar R.A Critical Review of Construction, Analysis and Behaviour of Stone Columns // Geotechnical and Geological Engineering. 2013. №31 (1). Pp. 1-22.
18. Castro, J., Sagaseta, C. Deformation and consolidation around encased stone columns // Geotextiles and Geomembranes. 2011. №29 (3). Pp. 268-276.
19. Joergensen, H.B., Hoang, L.C. Tests and limit analysis of loop connections between precast concrete elements loaded in tension // Engineering Structures. 2013. №52. Pp. 558-569.
20. Sayed S.M., Sunna H.N., Moore P.R. Load rating of pile-supported bridges susceptible to scour // Journal of Bridge Engineering. 2013. №18 (5). Pp. 439-449.
21. Tsinker G.P. Port engineering: planning, construction, maintenance and security // Design and Construction. 2004. 881 p.
22. Chudley R., Greeno R. Building construction handbook. 2008. Pp. 212-229.
23. Philipponnat G., Hubert B. Fondationetouvrages en terre. Paris: Eyrolles, 2008. 548 p.
24. Rajapakse R. Pile Design and Construction Rules of Thumb. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, 2008. 444p.
25. Tomlinson M. J. Foundation design and construction. Longman: Scientific & technical, 1995. 536 p.
26. Donald P. Coduto. Foundation design principles and practices / Donald, P. Coduto. Prentice Hall, 2000. 883 p.
27. Ватин Н.И., Колосова Н.Б., Бердюгин И.А. Исследование методик оценки эффективности производства земляных работ // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 7 (12). С. 64-70.