

УДК 691.335

Тип статьи: научная статья

ГРНТИ 67.09.35

Научная специальность ВАК: 2.1.05 Строительные материалы и изделия (технические науки)

EDN NEOFKD

DOI 10.62980/2076-0655-2025-41-49

ОПТИМИЗАЦИЯ СВОЙСТВ АНГИДРИТОВЫХ ВЯЖУЩИХ С АКТИВИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ И СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРАМИ: ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ И ПОДВИЖНОСТЬ СМЕСИ

Бурьянов А.Ф.¹, Лукьянова Н.А.¹, Булдыжова Е.Н.¹, Пузикова А.В.¹

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

АННОТАЦИЯ

Использование ангидритового вяжущего в качестве альтернативы цементному вяжущему требует изучения его свойств и возможности оптимизации состава ангидритовых смесей для получения материалов с требуемыми характеристиками. Изучение и оптимизация процесса гидратации ангидритовых вяжущих с активирующими добавками представляет собой важную задачу для строительной индустрии. Использование суперпластификаторов приводит к улучшению работоспособности ангидритовой смеси и позволяет достичь требуемой подвижности без увеличения водоцементного отношения. Применение активирующих добавок с суперпластификаторами позволяет повысить качество и ускорить производство строительных материалов. Введение активирующих добавок может осуществляться как совместно с вяжущим при производстве строительных материалов, так и путем их введения в готовый материал на строительной площадке, что позволяет упростить процесс применения ангидритового вяжущего. В данной работе исследуется влияние активирующих добавок различной природы на основе портландцемента, сульфата калия и сульфата железа (II) совместно с различными суперпластификаторами на физико-механические свойства ангидритового композита. Показано, что выбор суперпластификатора и активатора твердения играет важную роль в получении строительного материала на основе ангидритового вяжущего с необходимыми характеристиками. Использование суперпластификаторов приводит к улучшению работоспособности ангидритовой смеси и позволяет достичь требуемой подвижности без увеличения водоцементного отношения. Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности успешной замены цементного вяжущего в составе строительных сухих смесей на ангидритовое с сохранением их качества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ангидритовое вяжущее, активатор твердения, пластификатор, предел прочности при сжатии, подвижность смеси

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Бурьянов А.Ф., Лукьянова Н.А., Булдыжова Е.Н., Пузикова А.В. Оптимизация свойств ангидритовых вяжущих с активирующими добавками и суперпластификаторами: предел прочности при сжатии и подвижность смеси // Техника и технология силикатов. – 2025. – Т. 32, № 1. – С. 41-49, DOI 10.62980/2076-0655-2025-41-49, EDN NEOFKD

Type of article - scientific article

OECD 2.01 Civil engineering

FA CONSTRUCTION & BUILDING TECHNOLOGY

EDN NEOFKD

DOI 10.62980/2076-0655-2025-41-49

THE OPTIMIZATION OF PROPERTIES OF ANHYDRITE BINDERS WITH ACTIVATING ADDITIVES AND SUPERPLASTICIZERS: THE COMPRESSIVE STRENGTH AND MOBILITY OF THE MIXTURE

Buryanov A.F.¹, Lukyanova N.A.¹, Buldizhova E.N.¹, Puzikova A.V.¹

¹ Moscow State University of Civil Engineering (MGSU) National Research University

ABSTRACT

The use of anhydrite binder as an alternative to cement binder requires the study of its properties and the possibility of optimizing the composition of anhydrite mixtures to obtain materials with the required characteristics. The study and optimization of the hydration process of anhydrite binders with activating additives is an important task for the construction industry. The use of superplasticizers leads to improved workability of anhydrite mixture and allows to achieve the required mobility without increasing the water-cement ratio. The use of activating additives with superplasticizers can improve the quality and speed up the production of construction materials. The introduction of activating additives can be carried out both together with the binder in the production of construction materials and by their introduction into the finished material at the construction site, which allows to simplify the process of anhydrite binder application. This paper studies the influence of activating additives of different nature based on Portland cement, potassium sulfate and iron (II) sulfate together with different superplasticizers on the physical and mechanical properties of anhydrite composite. It is shown that the choice of superplasticizer and curing activator plays an important role in obtaining a building material based on anhydrite binder with the required characteristics. The use of superplasticizers leads to the improvement of anhydrite mixture workability and allows to achieve the required mobility without increasing the water-cement ratio. The obtained results allow us to conclude that it is possible to successfully replace cement binder in the composition of construction dry mixtures with anhydrite binder with preservation of their quality.

KEY WORDS: anhydrite binder, hardening activator, plasticizer, compressive strength, mixture mobility

FOR CITATION: Buryanov A.F., Lukyanova N.A., Buldizhova E.N., Puzikova A.V. The optimization of properties of anhydrite binders with activating additives and superplasticizers: the compressive strength and mobility of the mixture // Technique and technology of silicates. – 2025. Vol. 32, No1. – Pp. 47 – 49, DOI 10.62980/2076-0655-2025-41-49, EDN NEOFKD

ВВЕДЕНИЕ

Отличительной особенностью ангидрита является то, что процесс гидратации занимает длительное время, при этом время увеличивается при недостаточном измельчении. Поэтому качество измельчения является важным фактором при производстве ангидритового вяжущего. В данной работе мы рассматриваем другой фактор - использование специальных ускорителей твердения [1]. Важно обеспечить правильное соотношение компонентов и оптимальные условия для процесса гидратации [2,3,4]. Например, сульфаты щелочных металлов, такие как сульфат натрия или сульфат калия, могут ускорить гидратацию ангидритового вяжущего за счет ионного обмена с поверхностью частиц вяжущего с последующим образованием труднорастворимых двойных солей [5]. Органические добавки могут увеличить растворимость ангидритового вяжущего и способствовать образованию более сильных химических связей в затвердевшем материале [6].

Изучение и оптимизация процесса гидратации ангидритовых вяжущих с активирующими добавками представляет собой важную задачу для строительной индустрии, поскольку позволяет повысить качество и ускорить производство строительных материалов [7,8]. Введение активирующей добавки может осуществляться как совместно с вяжущим при производстве строительных материалов, так и путем их введения в готовый материал на строительной площадке, что позволяет упростить процесс применения ангидритового вяжущего [9].

Для повышения удобоукладываемости ангидритовых смесей используются пластификаторы различной природы и состава. Пластификаторы применяются в зависимости от конкретных условий и требований, предъявляемых к строительному материалу. Некоторые из них могут быть органическими, натуральными, синтетическими или минеральными. Важно правильно подобрать пластификатор с учетом состава ангидритовой смеси и требуемых свойств готового продукта [10].

Некоторые исследования показывают, что добавление пластификаторов может ускорить процесс твердения ангидритовых вяжущих и повысить их прочность, в то время как другие исследования указывают на то, что пластификаторы могут замедлить твердение и ухудшить механические свойства материала [12,13].

Противоречивые результаты объясняются различиями в составе используемых пластификаторов, их концентрацией, способом введения и другими факторами. Для того чтобы точно определить механизм влияния пластификаторов на твердение ангидритовых вяжущих, требуются исследования с использованием различных методов анализа [14,15].

Пластификаторы могут играть важную роль в улучшении свойств ангидритовых вяжущих, но необходимо тщательно подбирать их тип и концентрацию для достижения оптимальных результатов.

Целью данной работы являлось изучение влияния активирующих добавок различной природы на основе портландцемента, сульфата калия и сульфата железа (II) совместно с различными суперпластификаторами на физико-механические свойства ангидритового композита.

Материалы и методы исследования

В работе использовался природный гипсовый камень Бесленеевского месторождения, который обжигался во вращающейся печи при температуре 900 °С Воронежской

INTRODUCTION

A distinctive feature of anhydrite is its slow hydration, while hydration period increases with insufficient grinding. Therefore, the quality of grinding is an important factor in the production of anhydrite binder. In this paper, the authors consider another factor - the use of special hardening accelerators [1]. It is important to ensure the optimal ratio of components and conditions for the hydration process [2,3,4]. For example, alkali metal sulfates, such as sodium or potassium sulfates, can accelerate the hydration of anhydrite binder due to ion exchange with the surface of binder particles, followed by the formation of insoluble double salts [5]. Organic additives can increase the solubility of anhydrite binder and promote the formation of stronger chemical bonds in the final material [6].

The study and optimization of anhydrite binders hydration process with activating additives is an important task for the construction industry, as it improves the quality and accelerates the production of building materials [7,8]. The activating additives can be introduced into the binder during the production of building materials as well as into the material on the construction site, which makes the process of using anhydrite binder easier [9].

Plasticizers of various nature and composition are used to increase the workability of anhydrite mixtures. Plasticizers choice depends on the specific conditions and requirements of the building material. Plasticizers of organic, natural, synthetic or mineral origin are applied. It is important to choose the appropriate plasticizer, taking into account the composition of the anhydrite mixture and the required properties of the final product [10].

Some studies show that the addition of plasticizers can speed up the hardening process of anhydrite binders and increase their strength, while other works indicate that plasticizers can slow down the hardening process and decrease the mechanical properties of the material [12,13].

The contradictory data is explained by differences in the composition of the applied plasticizers, their concentration, introduction method and other factors. In order to specify the plasticizers, influence on the anhydrite binders hardening process various analytical methods are required [14,15].

Plasticizers play an important role in improving the properties of anhydrite binders, but their type and concentration must be carefully selected to achieve optimal results.

The purpose of this research work was to study the effect of activating additives of different nature based on Portland cement, potassium sulfate and iron (II) sulfate together with different superplasticizers on the physical and mechanical properties of anhydrite composite.

Materials and methods of research

In this research natural gypsum stone was calcined in a rotary furnace at 900°C until insoluble anhydrite was

компаний ООО «ГИПСТЕХ» до получения нерастворимого ангидрита [10].

В качестве активаторов твердения применялись: портландцемент производства ОАО «НОВОРОСЦЕМЕНТ» марки 500 без добавок (щелочной активатор). В качестве сульфатных активаторов использовали сульфат калия K_2SO_4 и сульфат железа (II) $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, которые вводились в ангидритовую смесь в виде химических реактивов ч.д.а и х.ч. (сульфатный активатор).

Для исследования подвижности смесей задействовали пластификаторы различной природы марки «Melment», «MELFLUX, C-3». Для этих целей использовали суперпластификатор C-3 на основе сульфонафталинформальдегида; Melment F10, Melment F 15G, Melment F245 на основе сульфомеламинформальдегида; Melflux 1641F, Melflux 2651F на основе полиэфиркарбоксилата, Melflux Select 5691F на основе полиэфиркарбоновых кислот.

В качестве контрольного образца во всех экспериментов было ангидритовое вяжущее без пластификатора с таким же количеством активатора.

Результаты и их обсуждение

В качестве активаторов твердения ангидритовой смеси были приготовлены три добавки, сочетающие в себе щелочной и сульфатный активатор.

Первая добавка состояла из ПЦ 500-Д0-5,0%, K_2SO_4 – 2,0%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 1,0% ($A_{щс-1}$).

Вторая добавка содержала ПЦ 500-Д0 – 3,5 %, K_2SO_4 – 1,5 %, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,6 % ($A_{щс-2}$). Третья добавка – ПЦ 500-Д0–2,0 %, K_2SO_4 – 1,0 %, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,2 % ($A_{щс-3}$).

Пластификаторы различной природы вводились в ангидритовую смесь исходя из рекомендаций производителей. Полученные результаты влияния пластификаторов представлены в таблице 1.

Применение пластификатора поликарбоксилатного типа Melflux 1641F не приводит к повышению технологических свойств свежеприготовленных растворов ангидритового вяжущего с активаторами твердения. Зависимость предела прочности при сжатии ангидритового вяжущего с добавками активаторами твердения от содержания Melflux 1641F приведены на рисунках 1-3.

obtained («GYPSTECH» LLC, Voronezh) [10].

The following hardening activators were used: ordinary Portland cement (OPC) 500 grade (OJSC «NOVOROSCEMENT») without additives (alkaline activator). Potassium sulfate K_2SO_4 and iron (II) sulfate $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ were used as sulfate activators, which were introduced into the anhydrite mixture as chemical reagents of analytical grade (sulfate activators).

To study the mixtures mobility, plasticizers of various types and brands were used: "Melment", "MELFLUX, C-3". For this purpose, superplasticizer C-3 based on sulfonaphthalin formaldehyde; Melment F10, Melment F 15G, Melment F245 based on sulfomelamin formaldehyde; Melflux 1641F, MELFLUX 2651F based on polyethercarboxylate, Melflux SELECT 5691F based on polyethercarboxylic acids were used.

The control sample in all experiments was an anhydrite binder without plasticizer with the same amount of activator as the control sample.

Experiments and discussion

Three additives combining alkaline and sulfate activator were prepared as hardening activators of anhydrite mixture.

The first additive consisted of PC 500-D0-5.0%, K_2SO_4 - 2.0%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ - 1.0% (A_{as-1}).

The second additive contained PC 500-D0 - 3.5%, K_2SO_4 - 1.5%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ - 0.6% (A_{as-2}). The third additive contained PC 500-D0-2.0 %, K_2SO_4 - 1.0 %, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ - 0.2 % (A_{as-3}).

The plasticizers of different nature were introduced into the anhydrite mixture based on the manufacturers' recommendations. The results of the plasticizers effect are shown in Table 1.

The use of plasticizer of polycarboxylate type Melflux 1641F does not lead to increase of technological properties of freshly prepared solutions of anhydrite binder with curing activators. Dependence of compressive strength of anhydrite binder with additives with curing activators on the content of Melflux 1641F is shown in Figures 1-3.

РИСУНОК 1

ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО С ДОБАВКОЙ $A_{щс-1}$ ОТ СОДЕРЖАНИЯ Melflux 1641F

Figure 1

The dependence of the compressive strength of anhydrite binder with the addition of A_{as-1} on the content of Melflux 1641F

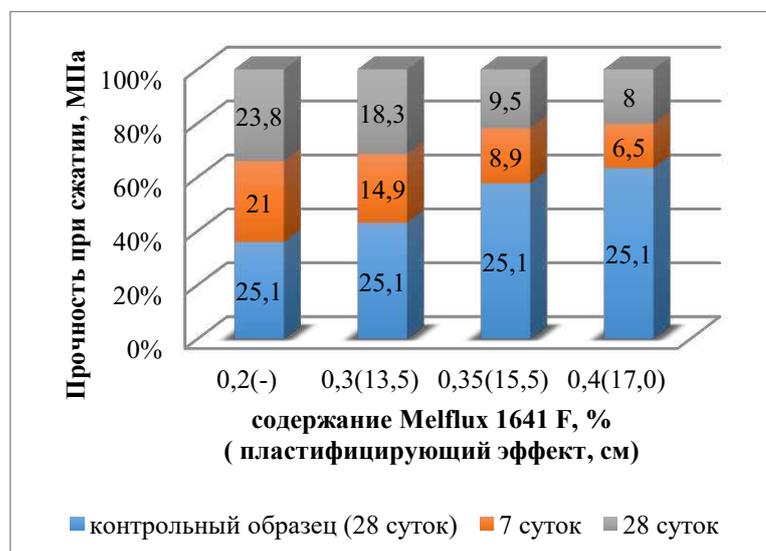


РИСУНОК 2

ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО С ДОБАВКОЙ А_{ас}-2 ОТ СОДЕРЖАНИЯ Melflux 1641F

Figure 2

The dependence of the compressive strength of anhydrite binder with the addition of A_{ас}-2 on the content of Melflux 1641F

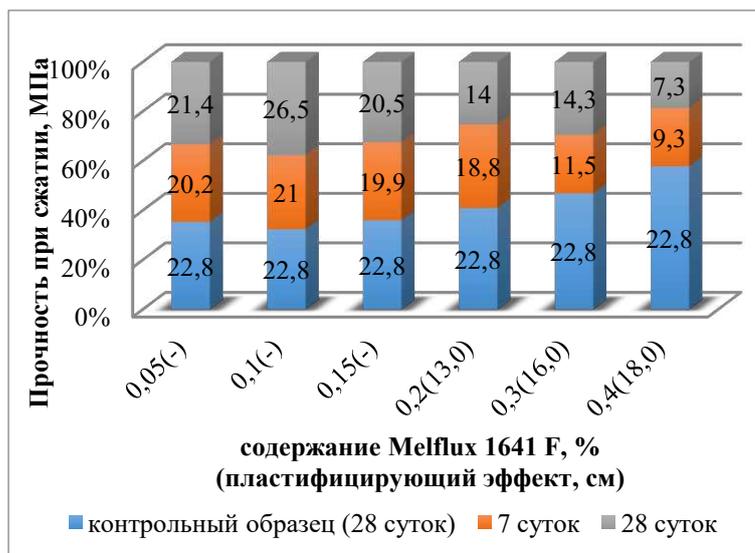


РИСУНОК 3

ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО С ДОБАВКОЙ А_{ас}-3 ОТ СОДЕРЖАНИЯ Melflux 1641F

Figure 3

The dependence of the compressive strength of anhydrite binder with the addition of A_{ас}-3 on the content of Melflux 1641F

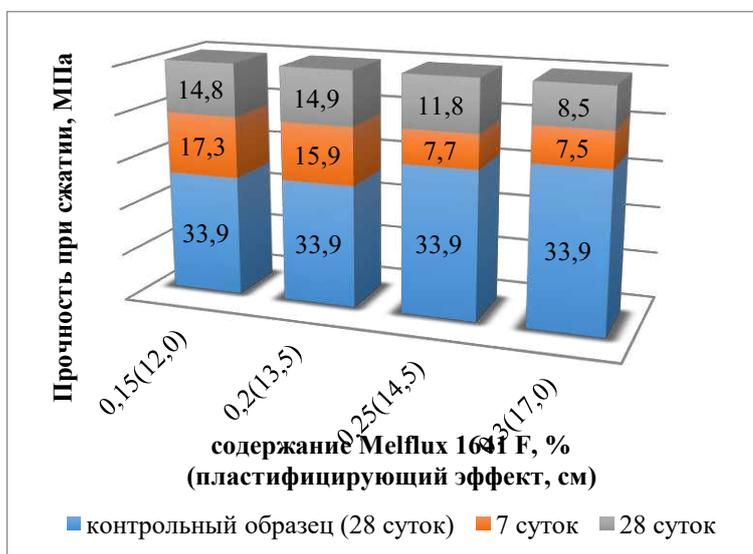


ТАБЛИЦА 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИКАРБОКСИЛАТОВ НА СВОЙСТВА АНГИДРИТОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Table 1. Properties of anhydrite binders with polycarboxylic ether-based superplasticizers

№	Пластификатор Type of the additive		Расплыв (см) Spread (cm)	Начало схватывания цементного теста, мин Initial setting time, min	Прочность при сжатии, МПа Compressive strength, MPa	
	Вид Type	Количество, % Content, %			7 сутки 7 days	28 сутки 28 days
1	2	3	4	5	6	7
1	Melflux 1641F	0,05	-	90	20,2	21,4
2		0,1	-	88	21,0	26,5
3		0,15	-	90	19,9	20,5
4		0,2	13,0	93	18,8	14,0
5		0,3	16,0	93	11,5	14,3
6		0,4	18,0	96	9,3	7,3

Продолжение таблицы 1						
1	2	3	4	5	6	7
7	Melflux 1641F	0,2	-	62	21,0	23,8
8		0,3	13,5	67	14,9	
9		0,35	15,5	72	8,9	18,3
10	Melflux 1641F	0,4	17,0	77	6,5	9,5
11		0,15	12,0	95	17,3	8,0
12		0,2	13,5	95	15,9	14,8
13		0,25	14,5	100	7,7	14,9
14		0,3	17,0	106	7,5	11,8
15	Melflux 2651F	0,2	14,0	110	6,8	8,5
16		0,3	15,0	115	5,0	5,4
17	Melflux 5691F	0,2	14,5	117	5,0	4,3
18		0,3	16,0	120	4,2	7,1

У состава № 2 повышается прочность при сжатии по сравнению с контрольным образцом (ангидритовое вяжущее без пластификатора с таким же количеством активатора), но не получен пластифицирующий эффект. При увеличении количества пластификатора удается добиться текучести смесей, но затвердевшие образцы теряют прочность при сжатии. У состава № 8 пластифицирующий эффект достигнут и прочности при сжатии составляет 18,3 МПа. Действие данного пластификатора требует дополнительно изучения.

На рисунке 4 показана зависимость предела прочности при сжатии от содержания Melment F15 G. Были проверены составы со следующим содержанием активатора: ПЦ 500-Д0 3,5 %, K₂SO₄ 1,5 %, FeSO₄·7H₂O 0,6 % (A_{щс}-2).

Composition 2 has increased compressive strength compared to the control sample (anhydrite binder without plasticizer with the same amount of activator), but plasticizing effect wasn't obtained. With an increase in the plasticizer content the fluidity of the mixtures was achieved, but there is a compressive strength decrease. Composition 8 demonstrates plasticizing effect and compressive strength of 18.3 MPa. The effect of this plasticizer requires additional study.

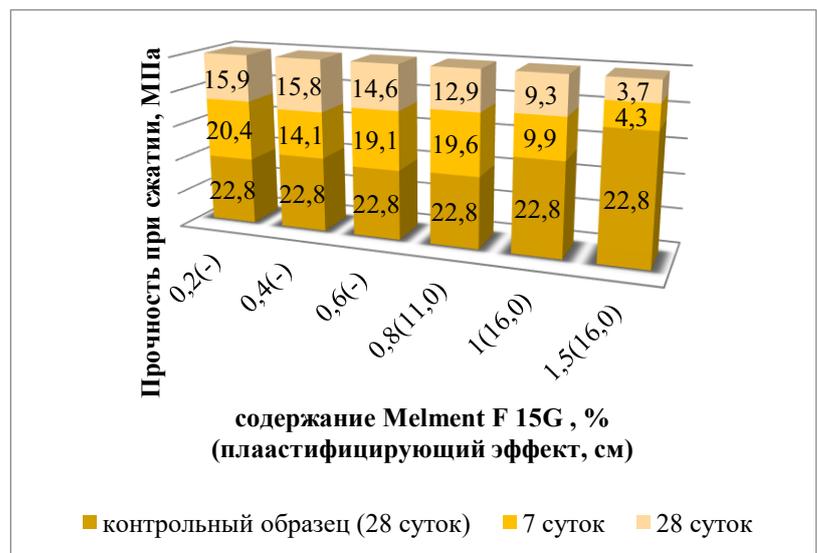
Figure 4 shows the dependence of the compressive strength on the content of Melment F15 G. The samples with the following activator content were tested: PC 500-3.5%, K₂SO₄ - 1.5%, FeSO₄·7H₂O - 0.6% (A_{ас}-2).

РИСУНОК 4

ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО С ДОБАВКОЙ A_{щс}-2 ОТ СОДЕРЖАНИЯ Melment F15 G

Figure 4

The dependence of the compressive strength of anhydrite binder with the addition of A_{ас}-2 on the content of Melment F15 G



Анализ полученных результатов показывает, что прочность по сравнению с контрольным образцом ниже, пластифицирующий эффект достигается при добавлении пластификатора в количестве 0,8-1,5 %, но

Analysis of the results shows that the strength characteristics are lower compared to the control sample, the plasticizing effect is achieved by adding a plasticizer at 0.8-1.5%,

увеличение дозировки пластификатора приводит к сильному падению прочности.

У составов, содержащих Melflux 2651F и Melflux 5691F, ангидритовое тесто имеет повышенную подвижность, но наблюдается отделение воды, которое приводит к поверхностному пористому слою на затвердевших образцах, и в итоге низкому набору прочности.

При введении суперпластификатора С-3 в состав ангидритового вяжущего с активатором твердения $A_{\text{тс}}-1$ происходит падение прочности образцов и нет текучести у ангидритовых смесей (таблица 2). Это связано с тем, что пластификатор, адсорбируется как на частицах ангидритового вяжущего, так и на частицах ускорителя, что ведет к блокированию активных участков, снижая эффективность действия активатора твердения. Таким образом, с введением пластификатора положительный эффект от введения активатора нейтрализуется.

but an increase in the plasticizer content leads to a sharp decline in strength.

Samples with Melflux 2651F and Melflux 5691F have increased mobility, but water separation is observed, which leads to the formation of a porous layer on the surface of the hardened samples, and as a result, a low strength gain.

When superplasticizer C-3 is introduced into anhydrite binder composition with curing activator $A_{\text{ас}}-1$, there is a drop in strength of samples and no flowability in anhydrite mixtures (Table 2). This is due to the fact that the plasticizer is adsorbed on both anhydrite and accelerator particles which blocks active centers, reducing the effectiveness of the hardening activator. Therefore, the plasticizer introduction suppresses the effect of the activator.

ТАБЛИЦА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФОНАФТАЛИН ФОРМАЛЬДЕГИДА НА СВОЙСТВА АНГИДРИТОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Table 2. Properties of anhydrite binders with sulfonated melamine-based superplasticizers

№	Пластификатор Type of additive		Расплыв (см) Spread (cm)	Начало схватывания цементного теста, мин Initial setting time, min	Прочность при сжатии, МПа Compressive strength, MPa	
	Вид Type	Количество, % Content, %			7 суток 7 days	28 суток 28 days
1	С-3	0,5	-	180	15,8	17,3
2	С-3	1,5	-	Более 480	5,8	6,3

Также было изучено влияние Melment F10 на технологические свойства ангидритовых вяжущих (рисунок 5).

У составов, содержащих активатор в соотношении - ПЦ 500-Д0 5,0 %, K_2SO_4 2,0 %, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 1,0 % не получен пластифицирующий эффект от увеличения количества пластификатора, но предел прочности при сжатии получается сопоставим с контрольным образцом. У образцов (рисунок 5 б) пластифицирующий эффект увеличивается при введении Melment F10 в количестве 1-2 %, предел прочности при сжатии практически у всех образцов превышает контрольный образец. Удастся добиться растекаемости смеси составов с активатором ПЦ 500Д0-2,0%, K_2SO_4 1,0%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 % ($A_{\text{тс}}-1$), при добавлении пластификатора от 0,6-1 %. Но прочность получившихся образцов ниже прочности контрольного образца и составляет 20,8-22,7 МПа. Такие же результаты достигнуты при введении Melment F245 в количестве 0,8 -1,0 %.

Закключение

Введение активирующих добавок различной природы на основе портландцемента, сульфата калия и сульфата железа (II) при их оптимальном соотношении в состав ангидритового композита позволяет повысить предел прочности при сжатии.

Использование суперпластификаторов приводит к улучшению работоспособности ангидритовой смеси и позволяет достичь требуемой подвижности без увеличения водоцементного отношения.

The effect of Melment F10 on the technological properties of anhydrite binders was also studied (Figure 5).

Samples with OPC 500 - 5.0%, K_2SO_4 - 2.0%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ - 1.0% did not show plasticizing effect with an increase of plasticizer amount, but the compressive strength is comparable to the control sample. For the samples from Figure 5 b the plasticizing effect increases with the introduction of Melment F10 at 1-2%, the compressive strength of almost all samples exceeds the control sample. It is possible to achieve the fluidity of a mixtures with OPC 500 - 2.0%, K_2SO_4 - 1.0%, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ - 0.2% with plasticizer addition at 0.6-1%. The strength of the resulting samples is 20.8-22.7 MPa which is lower than that of the control. The same results were achieved with the introduction of Melment F245 at 0.8 - 1.0%.

Conclusions

The introduction of activating additives of different nature on the basis of Portland cement, potassium sulfate and iron (II) sulfate at their optimal ratio in the anhydrite composite allows to increase the compressive strength.

The use of superplasticizers leads to an improvement in the workability of anhydrite mixture and allows to achieve the required mobility without increasing the water-cement ratio.

РИСУНОК 5

ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ АНГИДРИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО ОТ СОДЕРЖАНИЯ Melment F 10

с добавками

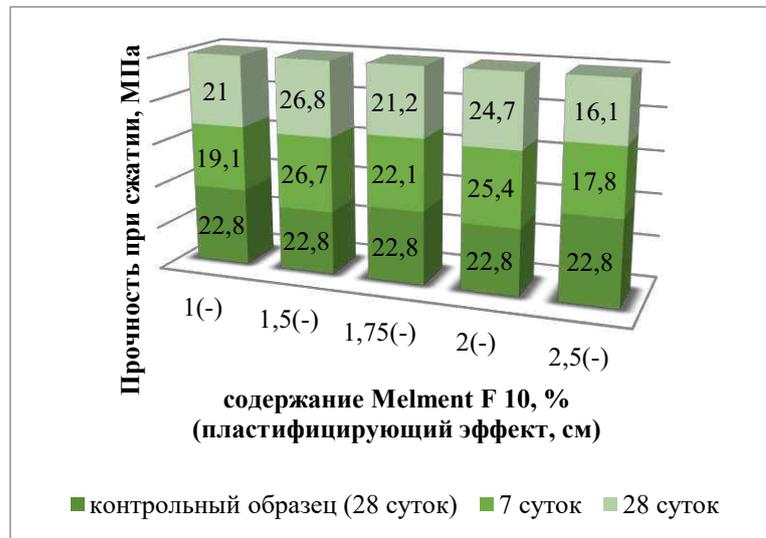
а – Ашс-1; б – Ашс-2; в – Ашс-3

Figure 5

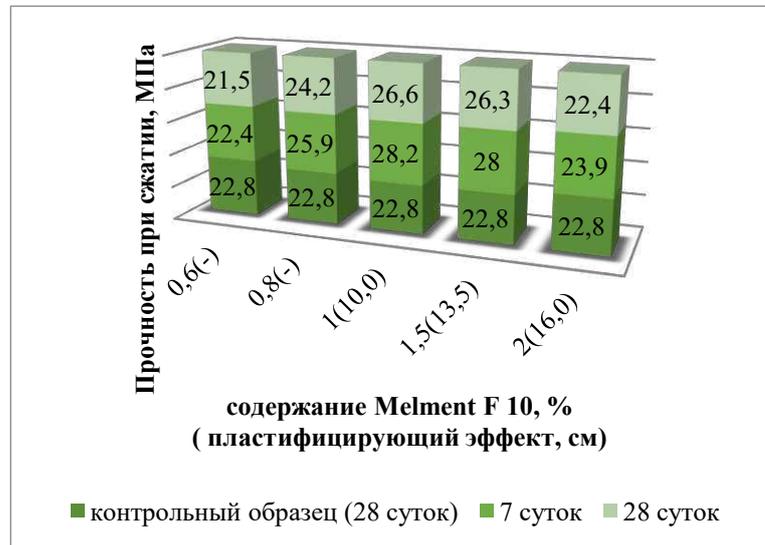
The dependence of the compressive strength of anhydrite binder on the content of Melment F 10

with the addition

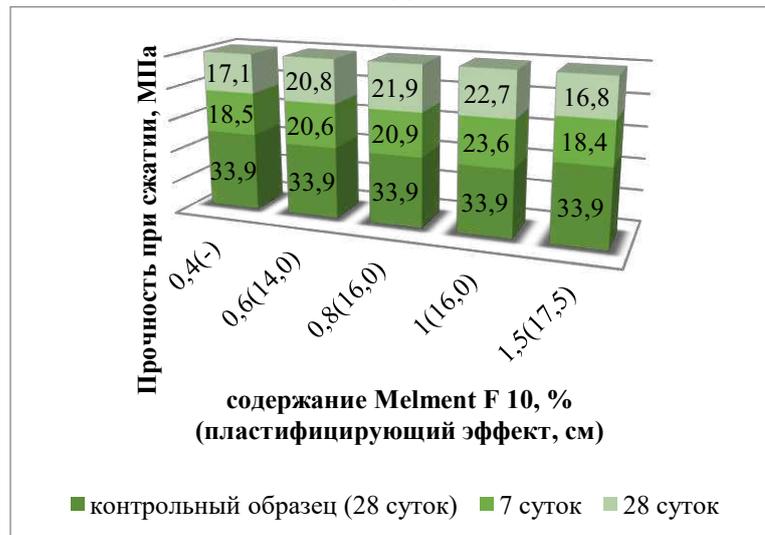
а – A_{as}-1; б – A_{as}-2; в – A_{as}-3



а (a)



б(b)



в(c)

Выбор суперпластификатора и активатора твердения играет важную роль в получении строительного материала на основе ангидритового вяжущего с необходимыми характеристиками.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности успешной замены цементного вяжущего в составе строительных сухих смесей на ангидритовое с сохранением их качества.

Дальнейшие исследования в этой области могут способствовать разработке новых эффективных добавок для ангидритовых вяжущих.

The choice of superplasticizer and hardening activator plays an important role in obtaining building material based on anhydrite binder with the required characteristics.

The obtained results allow us to conclude that it is possible to successfully replace cement binder in the composition of construction dry mixtures with anhydrite binder with preservation of their quality.

The further research in this area can contribute to the development of new effective additives for anhydrite binders.

Литература:

1. Guerra-Cossio M.A., González-Lopez J.R., Magal-lanes-Rivera R.X., Zaldivar-Cadena A.A., Figueroa-Torres M.Z. Calcium sulfate: an alternative for environmentally friendly construction. 2 International conferences on Bio-based Building materials. 2017, pp. 1–5.
2. Каклюгин А.В., Касторных Л.И., Ступень Н.С., Коваленко В.В. Прессованные композиты на основе модифицированного гипсового вяжущего повышенной воздухоустойчивости // Строительные материалы. 2020. № 12. С. 40–46. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-787-12-40-46>
3. Мещеряков, Ю.Г. Влияние условий дегидратации гипса и фосфогипса на структуру и технические свойства вяжущего / Ю.Г. Мещеряков, С.В. Фёдоров, В.П. Сучков // Строительные материалы. – 2020. – №7. – С. 23-27.
4. Petropavlovskaya, V., Sulman, M., Novichenkova, T., Zavadko, M., Petropavlovskii, K. Gypsum Composition with a Complex Based on Industrial Waste Chemical Engineering Transaction this link is disabled, 2021, 88, стр. 1009–1014.
5. Токарев Ю.В., Волков М.А., Агеев А.В., Кузьмина Н.В., Грахов В.П., Яковлев Г.И., Хазеев Д.Р. Оценка эффективности применения водной дисперсии углеродных частиц в ангидритовом вяжущем // Строительные материалы. 2020. № 1–2. С. 24–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-24-35>.
6. Клименко В.Г. Роль двойных солей на основе сульфатов Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ в технологии получения ангидритовых вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 12. С. 119–125.
7. Белов, В.В. Модификация структуры и свойств строительных композитов на основе сульфата кальция / В.В. Белов, А.Ф. Бурьянов, Г.И. Яковлев – Москва: Изд-во «Де Нова», 2012. –196 с.
8. Клименко, В.Г. Ускоренный подбор активирующих добавок к ангидриту / В.Г. Клименко, Л.И. Балютинская, А.Н. Володченко // Строительные материалы. – 1990. – №3. – С. 22-23.
9. Клименко В. Г. Комплексные активаторы твердения ангидрита на основе сульфата аммония / В. Г. Клименко. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова — Белгород : Изд-во БГТУ, 2013. №5 — С.28-30
10. Токарев, Ю.В. Ангидритовые композиции, модифицированные ультрадисперсной добавкой на основе MgO / Ю.В. Токарев, Г.И. Яковлев, А.Ф. Бурьянов. – Строительные материалы. – 2012. – №7. – С.17-19.
11. Клименко, В.Г. Кислотно-основные взаимодействия в гипсостекольных системах / В.Г. Клименко, В.И. Павленко, С.К. Гасанов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 5. – С. 77-81.
12. Василик, П. Г. Сравнение адсорбционного поведения пластификаторов разных типов / П. Г. Василик, А. Ф. Бурьянов, С. В. Самченко // Техника и технология силикатов. – 2022. – Т. 29, № 3. – С. 261-273. – EDN HFQUZS.
13. Василик П.Г. Влияние вида суперпластификатора на свойства комплексного вяжущего на основе гипса / П. Г.

References:

1. Guerra-Cossio M.A., González-Lopez J.R., Magal-lanes-Rivera R.X., Zaldivar-Cadena A.A., Figueroa-Torres M.Z. Calcium sulfate: an alternative for environmentally friendly construction. 2 International conferences on Bio-based Building materials. 2017, pp. 1–5.
2. Kalklugin A.V., Kastornyy L.I., Stupen' N.S., Kovalenko V.V. Pressovannyye kompozity na osnove modifitsirovannogo gipsovogo vjashushhego povyshennoj vozduhostojkosti // *Stroitel'nye materialy*. 2020. № 12. S. 40–46. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-787-12-40-46> (in Russian).
3. Meshherjakov, Ju.G. Vlijanie uslovij degidracii gipsa i fosfogipsa na strukturu i tehicheskie svojstva vjashushhego / Ju.G. Meshherjakov, S.V. Fjodorov, V.P. Suchkov // *Stroitel'nye materialy*. – 2020. – №7. – S. 23-27 (in Russian).
4. Petropavlovskaya, V., Sulman, M., Novichenkova, T., Zavadko, M., Petropavlovskii, K. Gypsum Composition with a Complex Based on Industrial Waste Chemical Engineering Transaction this link is disabled, 2021, 88, стр. 1009–1014.
5. Tokarev Ju.V., Volkov M.A., Ageev A.V., Kuz'mina N.V., Grahov V.P., Jakovlev G.I., Hazeev D.R. Ocenka jeffektivnosti primeneniya vodnoj dispersii uglerodnyh chastic v angidritovom vjashushhem // *Stroitel'nye materialy*. 2020. № 1–2. S. 24–35. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-778-1-2-24-35> (in Russian).
6. Klivenko V.G. Rol' dvojnnyh solej na osnove sul'fatov Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ v tehnologii poluchenija angidritovyh vjashushhih // *Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova*. 2017. № 12. S. 119–125 (in Russian).
7. Belov, V.V. Modifikacija struktury i svojstv stroitel'nyh kompozitov na osnove sul'fata kal'cija / V.V. Belov, A.F. Bur'janov, G.I. Jakovlev – Moskva: Izd-vo «De Nova», 2012. – 196 s (in Russian).
8. Klivenko, V.G. Uskorennyj podbor aktivirujushhih dobavok k angidritu / V.G. Klivenko, L.I. Baljutinskaja, A.N. Volodchenko // *Stroitel'nye materialy*. – 1990. – №3. – С. 22-23 (in Russian).
9. Klivenko V. G. Complex activators of anhydrite hardening based on ammonium sulfate / V. G. Klivenko. // *Bulletin of BSTU named after. V.G. Shukhov* - Belgorod: Publishing house BSTU, 2013. No. 5 - P.28-30
10. Tokarev, Ju.V. Angidritovye kompozicii, modifitsirovannyye ul'tradispersnoj dobavkoj na osnove MgO / Ju.V. Tokarev, G.I. Jakovlev, A.F. Bur'janov. – *Stroitel'nye materialy*. – 2012. – №7. – S.17-19 (in Russian).
11. Klivenko, V.G. Kislотно-osnovnyye vzaimodejstvija v gipsostekol'nyh sistemah / V.G. Klivenko, V.I. Pavlenko, S.K. Gasanov // *Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova*. – 2015. – № 5. – S. 77-81 (in Russian).
12. Vasilik, P. G. Comparison of adsorption behavior of plasticizers of different types / P. G. Vasilik, A. F. Burianov, S. V. Samchenko // *Technique and technology of silicates*. - 2022. - Т. 29, № 3. - С. 261-273. - EDN HFQUZS.
13. Vasilik P.G. Influence of the type of superplasticizer on the properties of complex binder based on gypsum / P. G. Vasilik, A.

Василик, А. Ф. Бурьянов, Е.М. Макаров // Техника и технология силикатов. 2022. Т. 29. №2. С. 168 - 178. EDN: DICMOS
14. Левашова А.К. Влияние природы пластификатора на свойства ангидритового вяжущего/ Левашова А.К., Сычева Л.И. // Успехи в химии и химической технологии. – 2016. – Т.30. – №7.
15. Пустовгар А.П., Василик П.Г., Бурьянов А.Ф. // Особенности применения гиперпластификаторов в сухих строительных смесях. Строительные материалы. – 2010. – №12. – С.61-64.

F. Burianov, E.M. Makarov // *Technique and technology of silicates*. 2022. T. 29. №2. С. 168 - 178. EDN: DICMOS
14. Levashova, A.K. The influence of the nature of the plasticizer on the properties of anhydrite binder / Levashova A.K., Sycheva L.I. // *Advances in chemistry and chemical technology*. – 2016. – T.30. – No.7.
15. Pustovgar A.P., Vasilik P.G., Burianov A.F. // Features of application of hyperplasticizers in dry building mixtures. *Building materials*. – 2010. – №12. – С.61-64.

Работа выполнена в НИУ МГСУ в рамках реализации Программы развития университета «ПРИОРИТЕТ 2030». Проект 3.1 «Научный прорыв в строительной отрасли – новые технологии, новые материалы, новые методы».
The work was carried out at NIU MSCU within the framework of the University Development Program “PRIORITY 2030”. Project 3.1 “Scientific breakthrough in the construction industry - new technologies, new materials, new methods”

Бурьянов Александр Фёдорович – консультант кафедры строительного материаловедения, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) E-mail: rga-service@mail.ru

Buryanov Aleksandr Fedorovich – Associate Professor of the Department of Building Materials Science, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), E-mail: rga-service@mail.ru

Булдыжова Елена Николаевна – ведущий специалист, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), E-mail: ByldizhovaEN@mgsu.ru

Buldyzhova Elena Nikolaevna – specialist, Candidate of Technical Sciences, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), E-mail: ByldizhovaEN@mgsu.ru

Лукьянова Надежда Алексеевна – доцент кафедры строительного материаловедения, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), E-mail: Galcevana@mgsu.ru

Lukyanova Nadezda Alekseevna – Associate Professor of the Department of Building Materials Science, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), E-mail: Galcevana@mgsu.ru

Пузикова Анастасия Вячеславовна – специалист, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), E-mail: PuzikovaAV@mgsu.ru

Puzikova Anastasiya Vyacheslavovna – specialist, National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), E-mail: PuzikovaAV@mgsu.ru

Вклад авторов: Бурьянов А.Ф. - идея, научное руководство, научное редактирование статьи; Булдыжова Е.Н., Лукьянова Н.А., Пузикова А.В. – разработка методик, обработка материала, написание статьи.

Contribution of the author: Burianov A.F. - idea, scientific leadership, scientific editing of the article; Buldyzhova E.N., Lukyanova N.A., Puzikova A.V. – development of methods, processing of material, writing an article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.