

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Ю. Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему: **«ВАЖКІ БЕТОНИ МОДИФІКОВАНІ ТЕХНОГЕННИМИ
ВІДХОДАМИ»**

Виконала: Анна МАЛЮЖКО
студентка 6 курсу групи 601-БТ
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» за ОП «Технології будівельних
конструкцій, виробів і матеріалів»

Керівник: Расул АХМЕДНАБІЄВ
Завідувач кафедри: Олександр СЕМКО
Рецензент: Андрій ЯЛОВЕГІН

Полтава 2025

ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП.....	3
I ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	5
1.1 Промислові відходи - перспективна сировина для виробництва будівельних матеріалів і виробів	5
1.2 Особливості використання золошлаків у цементних композиціях.....	23
II МЕТА РОБОТИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
III МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
IV ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	39
4.1 Портландцемент.....	39
4.2 Кварцовий пісок.....	39
4.3 Зола - винесення.....	40
4.4 Щебінь.....	44
4.5 Хвости збагачення залізних руд.....	44
4.5 Додатки.....	46
V АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
5.1 Застосування методів математичного планування експерименту для оптимізації складів бетонів.....	47
5.2 Вплив техногенних відходів на міцність важких бетонів.....	50
5.2.1 Вплив вхідних параметрів на рухливість бетонної суміші	54
VI ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	58
6.1 Аналіз шкідливих та безпечних факторів.....	61
6.2 Технічні засоби та організаційні заходи з усунення дії шкідливих факторів	68
6.3 Організація безпечної експлуатації електроустановок	75
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84

ВСТУП

Діяльність людини на Землі призводить до утворення відходів. З розвитком науково-технічного прогресу все більше розвивається промисловість, а це як правило сприяє збільшенню відходів. При виробництві чорних металів у якості відходів накопичуються два види відходів: відходи збагачення залізної руди та відходи плавлення металів. При виробництві рідкого палива від нафти утворюються різноманітні бітуми які зберігаються у бітумних озерах навколо нафтопереробних заводів. Виробництво електроенергії пов'язано з утворенням як твердих відходів, так і радіоактивних відходів. Тверді відходи у вигляді зол та шлаків накопичуються навколо ТЕС. На жаль виробництво будь-яких матеріалів народного споживання пов'язано з утворенням відходів. Якщо людство навчилося використовувати деякі відходи у повторному виробництві, інші відходи не використовуються й накопичуються навколо підприємств, забруднюючи навколишнє середовище та ґрунтові води. Наприклад, шлаки доменного виробництва використовуються у виробництві цементу. За для цього хімічний склад шлаків заздалегідь регулюється таким чином, щоб був ідентичним з складом цементу. Тверді відходи ТЕС складаються з тих же самих оксидів, але не є ідентичними складу цементу.

Електроенергетика є базовою галуззю економіки України. ТЕС, що входять до складу об'єднаної енергетичної системи країни, виробляють приблизно половину електричної енергії. В Україні налічується 42 станції з потужністю понад 20 МВт. Географічна структура споживання електроенергії в Україні неоднорідна.

Основним паливом українських теплових електростанцій є кам'яне вугілля. Відомо, що навіть при нормальній експлуатації золошлаковідвалів мають місце прояви несприятливих геоекологічних процесів і явищ, що порушують екологічну рівновагу в районах їх розміщення. Разом з тим,

золошлакові матеріали за хімічним і мінералогічним складом багато в чому ідентичні природній мінеральній сировині. Використання їх в промисловості, будівельній індустрії – один із стратегічних шляхів вирішення екологічної проблеми в зоні роботи ТЕС. Реальний вихід у використанні золошлаків як вторсировини в сфері будівництва – виготовлення бетону, цементу, цегли, прокладання доріг. Сьогодні золошлаки належать до відходів, але в нашій країні вже досягли розуміння, що це продукт, цінний матеріальний ресурс. В останні роки наукові дослідження, особливо вітчизняних вчених, показали нові напрямки ефективного застосування золошлакових сумішей при створенні шлако-лужних в'язучих, розроблено і впроваджуються на практиці відповідні нормативні документи. З розвитком науково-технічного прогресу з'являються нові технології, вдосконалюються обладнання ТЕС. Наприкінці минулого століття з'явилися нові котли з циркуляційним киплячим шаром, у яких вугілля спалюється довго, тому шлаки та золи не мають у своєму складі незгорілі частини вугілля. Подібні котли почали експлуатувати на деяких ТЕС нашої країни. Золошлаки таких котлів ще досконало не досліджені.

РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. Промислові відходи - перспективна сировина для виробництва будівельних матеріалів і виробів

Одне з найбільш перспективних напрямків утилізації промислових відходів - їх використання у виробництві будівельних матеріалів, що дозволяє до 40% задовольнити потреби в сировині. Застосування техногенної сировини дозволяє приблизно на 10 ... 30% знизити витрати на виготовлення будівельних матеріалів в порівнянні з виробництвом їх з природної сировини. Витрати на матеріали складають більше половини загальної вартості будівельно-монтажних робіт і близько однієї третини капітальних вкладень у народне господарство. Виробництво будівельних матеріалів пов'язано з видобутком і переробкою величезної кількості сировини. Тільки на мінеральні матеріали припадає понад 25% загальних вантажних перевезень залізничним транспортом і більше 57% річковим транспортом. Кожен відсоток зниження витрат на будівельні матеріали щорічно заощаджує близько 40 млн грн. До кінця XX століття людство накопичило таку кількість техногенних відходів, що їх можна умовно назвати новими родовищами. Основних «постачальників» вторинних ресурсів в народне господарство можна розташувати в наступній послідовності: хімічна промисловість (в тому числі промисловість мінеральних добрив, нафтохімічна, мікробіологічна, лісопереробна галузі); кольорова і промисловість рідкісних металів; чорна металургія; енергетичний комплекс (в тому числі углесланцедобувна промисловість, ТЕС, ТЕЦ); промисловість будівельних матеріалів; агропромисловий комплекс; лісова і деревообробна промисловість; текстильна промисловість; побутова діяльність людини; металообробний комплекс (в тому числі машинобудівна промисловість). З позицій оцінки якості вторинної сировини, технологічних підходів до його підготовки та переробці, раціональних шляхів отримання точної хімікоаналітичної

інформації про кожен вид техногенного продукту доцільно розглядати промислові відходи за галузевим генезисом.

Відходи хімічного комплексу. Хімічний промисловий комплекс, який представляє хімічну, нафтохімічну, лісопереробну, мікробіологічну галузі та виробництво мінеральних добрив, випускає величезне по номенклатурі і різноманітне за видами вторинне мінеральну сировину, обсяги якого дуже значні і практично не освоєні ще будівельною індустрією (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Різновиди основних відходів хімічного промислового комплексу

Так, при видобутку та збагаченні апатит-нефелінових руд в процесі отримання концентратів в відходи переробки спрямовується понад 30 ... 50% сировини, що утворює цілі гори тонкомеленого продукту, часто піднімається в атмосферу у вигляді пилу. Ще більша кількість дрібнодисперсних відходів (до 60 ... 70% початкового об'єму руди) утворюється при промисловій переробці слюдянистих апатітоносних порід і різних різновидів фосфоритів. Вони представлені у вигляді тонких шламів, пилу, пісків.

Розкривні породи і шлами - найбільш великотоннажний вид відходів промисловості мінеральних добрив. Динаміка їх накопичення представлена в

табл. 1.1. Вони практично до теперішнього часу не використовуються, хоча хімічний склад дозволяє судити про корисність їх застосування у виробництві будівельних матеріалів. Відходи збагачувальних підприємств промисловості мінеральних добрив представляють собою крем'янисті копчення різних фракцій, карбонатні, глинисті матеріали водної промивки, доломітизовані відходи. Ведення видобувних робіт на нефелін-апатитових родовищах (в основному відкритим способом) значно збільшує обсяги відходів переробленої гірської маси [1]

Таблиця 1.1 Динаміка накопичення апатитмісних та фосформісних відходів гірської маси на підприємствах з виробництва мінеральних добрив, тис. т.

Рік	1980	1985	1990	1995	2000	2010
Всього	53230	62194	92830	14128	16384	21496

Значні перспективи має використання у виробництві будівельних матеріалів нефелінових шламів. Відходи збагачення фосфоритів (у відвалах більш 5 млн м³ кварцитів) рекомендується використовувати для виробництва автоклавних бетонів і силікатних виробів. В даний час піритні недогарки, що утворюють величезні за займаним корисним земельною площею відвали (кілька мільйонів тон) широко залучаються у виробництво ефективних будівельних матеріалів, виробів та конструкцій. Основна частина піритних огірків використовується в якості мінеральної добавки при отриманні цементу високих марок, а також для гранулювання сипучих матеріалів. На території Сумщини накопичено велику кількість відходів, придатних для отримання на їх основі вапняних в'язучих речовин автоклавного твердіння. Так, на ВО «Сода» в шламовідстійниках складовано понад 20 млн т твердих залишків дистильованих стоків содового виробництва, на основі яких можливе отримання нових ефективних в'язучих речовин автоклавного твердіння, зокрема, в'язучого вапняно-білітового типу. Результати досліджень показують, що стічні води різних за характером хімічних виробництв є більш складною

фізико-хімічною системою і, безумовно, правильніше було б їх називати рідкими техногенними відходами, розглядаючи їх як специфічна сировина будівельної індустрії. Промислові рідкі відходи, забруднені хімічними сполуками, як за кількістю, так і за складом, різні не тільки для різних виробництв, але і для окремих цехів і установок. По складу їх класифікують на ті які містять органічні речовини; містять тільки неорганічні сполуки і містять як органічні, так і неорганічні. Рідкі відходи хімічної та інших видів промисловості доцільно очищати тільки від шкідливих для здоров'я людини речовин, а решту масу рідин, що містять солі, суспензії, емульсії, органічні речовини, використовувати як специфічна сировина в промисловості будівельних матеріалів для виробництва виробів і конструкцій з гіпсу, цементу, глини, піску. Побічні продукти лісохімічних підприємств досить численні, в неповній мірі вивчені і представляють найцінніше сировину для промисловості будівельних матеріалів. Один з видів великотоннажних відходів - сульфітні луги, що містять перетворені в процесі сульфітного варіння нецелюлозний складові частини деревини та продукти реакції вручений кислоти; ці розчини досить складного складу містять до 60% солей лігносульфонових кислот. Цінність цих відходів полягає ще і в тому, що шляхом концентрування розчинів можна отримувати концентрат з 85 ... 90% натрієвих, амонієвих, магнієвих, кальцієвих або змішаних солей лігносульфонових кислот і 10 ... 15% сульфідів і сульфатів металів. У незначних кількостях в концентратах присутні солі органічних кислот, що впливають на властивості, що отримуються технічних лігносульфонатів (МЛС або СДБ). Більше 50% цих відходів, що забруднюють навколишнє середовище, в даний час скидається в водойми. До сих пір багато корисних фізико-хімічні властивості цього специфічного відходу не використовуються в досить повній мірі промисловістю будівельних матеріалів. Зміст в лігносульфонатних відходах конструкційних елементів досить значно: вуглецю до 56%, сірки 6%, водню 6%, кальцію 6%, натрію 8%, кисню 30 ... 38%. Різноманіття типів зв'язків обумовлює складність структури цього природного полімеру, що має

середню молярну масу (15 ... 50) -103г / моль. Основні функціональні групи, що входять до складу макромолекули МЛС - сульфогрупи (до 15 ... 17%), метокси, карбокси-, фенольні та аліфатичні гідроксильні. Найбільш важлива особливість технічних лігносульфонатів полягає в тому, що ці сполуки в певних умовах обробки та хімічної активації їх іншими органічними і неорганічними сполуками здатні утворювати поперечно зшиті полімери, а також полімери картатій структури. За будовою лігносульфонати складаються з ароматичних ядер, з'єднаних пропановими-залишками в неполярні ланцюг з включеними в них полярними групами, що визначає їх фізико-хімічні властивості. Технічні лігносульфонати з широким набором фізико-хімічних властивостей виробляються з рідких сульфітних лугів на целюлозно-паперових підприємствах, що випускають МЛС в рідкому, твердому (пасти) і порошкоподібному видах. Технічні лігносульфонати (МЛС) використовуються як піноутворювачі для бетонних суспензій; разжижители сировинної суміші для зниження вологості шламів; в'язучі суспензії; пластифікатори у виробництві цементу та бетонних сумішей; сполучний матеріал замість крохмалю у виробництві гіпсокартонних листів, гіпсових виробів; отриманні гранульованих речовин; сполучна при виробництві вогнетривів, компонент для тампонажних в'язучих, керамічних мас і ін.

Відходи металургійного комплексу. Металургія традиційно є одним з головних «постачальників» техногенної сировини для промисловості будівельних матеріалів. Особливість її багатотоннажних відходів полягає в тому, що техногенне сировина вже пройшло високотемпературну обробку, кристалічні структури в відходах сформовані, і вони не містять органічних домішок. Техногенні продукти металургійного комплексу доцільно розділяти на відходи чорної та кольорової металургії, а також шлами гідрометалургії. Різновиди ТГХ представлені на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Різновиди відходів металургійного комплексу

Шлаки доменного виробництва різноманітні і відрізняються за наявними в них домішок, будучи в основному силікати кальцію. У металургійній промисловості щорічний вихід шлаків становить понад 80 млн т. У відвалах накопичено понад 200 млн т і щороку зливається близько 15 млн т розплаву доменних шпаків, інша частина їх гранулюється. Ще більші проблеми виникають зі шлаками сталеплавильних виробництв і феросплавів. Щорічно металургійна промисловість виробляє близько 50 млн т доменного шлаку, близько 29 млн т сталеплавильних і феросплавних шлаків.

Вихід доменних шлаків як відходів виробництва чавуну дуже великий, на 1 т чавуну припадає 0,65 т доменних шлаків. Кількість шлаку як попутного продукту на різних металургійних комбінатах сильно залежить від змісту в коксі сірки, яка застосовується вапна для шихтовки, а також рівня використовуваної технології. На заводах Донбасу вихід шлаку становить всього 0,05 т, Дніпра 0,25 .. 0,27 т на 1 т чавуну. Хімічний склад доменних шлаків досить складний, в них зустрічається до 30 різних хімічних елементів. Доменні шлаки поділяються на кислі, основні і нейтральні, що оцінюється модулем основності. В результаті аналізу в'язких властивостей різних

матеріалів і послідовності процесів мінералоутворення в твердій фазі П.І. Боженовим запропоновано в якості головної хімічної характеристики силікатів використовувати емпіричний коефіцієнт основності торкніться

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,9MgO + 0,6R_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{0,93SiO_2},$$

де чисельник показує кількість умовно вільного CaO, необхідного для утворення силікатів кальцію, а знаменник - кількість CaO для зв'язування SiO₂ в моносілікат кальцію. Нейтральні шлаки містять 42 .. 48% CaO. До них відносяться доменні шлаки металургійних заводів. Для чорної металургії характерно підвищення основності шлаків в зв'язку зі збільшенням вмісту в них MgO, Fe₃O₄, TiO₂, CaO в результаті вдосконалення технології. Основний споживач шлаків - цементна промисловість, яка використовує щорічно 23 .. 25 млн т гранульованого продукту. Доменний шлак і інші різновиди його застосовуються при виготовленні швидкотверднучого шлакопортландцементу, що володіє підвищеною антикорозійною стійкістю і міцністю. Відомо широке залучення шлаків в виробництво гіпсошлакових блоків для одноповерхового будівництва, шлакової пемзи, шлаковати і шлакоситалі. На підприємствах автоклавних будівельних матеріалів, зокрема, заводах силікатної цегли, перспективне застосування різної техногенної сировини, особливо у яких містить кальцій і кремнезем. Це обумовлено тим, що у виробництві автоклавних матеріалів сировину вторинного походження можна використовувати в природному стані або після нескладної обробки: сушки, помелу, дроблення, автоклавування. Кінцева мета хімічної взаємодії кальціймісних промислових відходів активують добавками - отримання низькоосновного гідросилікату кальцію типу CSH (B), що обумовлено як хорошими сполучними властивостями цього мінералу, що забезпечують високі фізико-механічні показники виробів, так і економічністю виробництва внаслідок додаткового залучення в реакцію дешевого компонента - меленого кварцу і збільшення таким чином кількості активного сполучного в силікатних

відходів енергетичного комплексу. Енергетичний комплекс, представляючи гірничо-вугільну технологію, з великим виходом відвальних і горілих порід, енергетичні установки, що працюють на твердому і рідкому паливі, дає різноманітні відходи (рис. 1.3), цінність яких при виготовленні різних будівельних матеріалів значна. Вихід золи та шлаку на 1 млн кВт потужності теплової електростанції становить на рік близько 500 тис. т. Щорічний обсяг тільки відходів вуглезабагачення становить понад 85 млн т, але тільки близько 5% поточного виходу золошлаків використовується в будівництві та сільському господарстві [2].

Таблиця 1.2 Можливі хімічні реакції у силікатних системах

Відходи	Основні мінерали	Тип хімічної реакції при гідротермальній обробці
Металургійні шлаки: Домені..... Ваграночні Ферохромні Чавуноливарні	C_2S , $\gamma - C_2S$ C_2AS – геленіт CAS_2 – аноріт C_2S_2 – ранкітіт	$C_2S \rightarrow C_2SH + S \rightarrow CSH (B)$ $C_2AS + C \rightarrow C_2ASH_4$ $CAS_2 + C \rightarrow C_2AS_2H_2$ $C_2I_2 + C + S \rightarrow CSH (B)$
Хвости збагачення: Піроксенові Кремнійвмісні	M_2S – олівін кварц	$M_2S + S \rightarrow M_2S_2$ $SiO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow C_2SH_2 CSH$



Рис. 1.3 Різновиди відходів енергетичного комплексу

Таким чином, у великомасштабній утилізації зацікавлені енергетики, оскільки в цьому випадку знімаються важкі питання технічного і екологічного порядку [3]. Паливна промисловість щорічно в відвалах накопичує величезну кількість зол і шлаків, питань їх утилізації та переробки присвячено безліч робіт [4.5.6.7.8]. Практично в кожній з них наводиться детальний аналіз фізико-механічних і хімічних властивостей зазначених відходів. Відходи вуглезбагачення мають велике значення для виробництва керамічних стінових матеріалів. Основна маса аргілітів представлена глинистими мінералами - гідрослюда і каолінітом. Вміст глинистих мінералів у відходах вуглезбагачення в середньому становить 66,2%. Серед інших порід у відходах вуглезбагачення присутні алевроліти, пісковики і карбонати. При використанні порід вуглезбагачення у виробництві аглопоритів і стінової кераміки на різних стадіях випалу відбувається ряд фізико-хімічних процесів: дегідратація і аморфізація глинистих мінералів, видалення летючих, вигорання вуглецю коксового залишку та утворення нових кристалічних фаз, в значній мірі визначають властивості міцності матеріалу і виробів. В даний час у виробництві глиняного цегли використовується близько 0,72 млн т углевмістких розкривних гірських порід, відходів вуглезбагачення і горілих порід.

Золи. Обсяги використання різних зол ТЕС у виробництві будівельних матеріалів постійно зростають. Застосування зол в технології ефективних будівельних матеріалів залежить від хімічного складу зол, а також від складу шихти. Золи розрізняють за змістом в них лужних компонентів: лужні, високолужні, нейтральні, кислі і ультракислі. Хімічний склад зол від спалювання вугілля показаний в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 Середній хімічний склад зол від горіння вугілля, % по масі

Зола	R ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂ + Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	SiO ₂	впп
Добротворська	0	3,1	0,6	34,7	10,38	0,72	51,72	6,27
Трипільська	4,01	4,26	2,15	2,05	7,8		58,81	5,86
Бурштинська	2,68	12,88	1,32	3,91	6,67	1,45	59,42	6,58
Змієвська	1,9	3,56	1,6	26,4	4,36	0,43	51,2	10,37
Ладизинська	0,43	1,01	-	28,27	3,03	0,87	56,58	12,57
Придніпровська	1,5	1,69	0,81	25,38	4,89	0,23	56,86	8,3
Криворізька	2,86	2,24	1,41	28,79	15,21	-	49,22	5,24
Курахівська	1,84	3,09	1,25	21,24	5,27	0,18	46,68	19,03
Запорізька	0,63	2,8	0,41	35,96	8,56	0,19	54,80	0,47
Старобешівська	0,9	3,14	,99	25,33	5,31	0,1	59,76	0,4
Зуєвська	0,65	29,27	5,35	8,07	9,23	1,81	40,94	5,16
Углегірська	0,56	23,8	0,86	24,84	9,27	1,13	24,1	5,12

Зола-винесення - тонкодисперсний матеріал (суміш речовин) з дуже малим розміром частинок, що дозволяє використовувати її без помелу. Характерною особливістю золи є присутність в ній близько 4...6% незгорілого палива. Шлаки ТЕС характеризуються майже повним вигоранням вуглецю палива і присутністю оксидів заліза в закисної формі. Паливні шлаки класифікують за аналогією з металургічними (основні, кислі і нейтральні). Більшість шлаків ТЕЦ - кислі. До основних шлакам, що містить підвищену кількість закису заліза і до 40% оксиду кальцію, відносяться шлаки від згорання бурого вугілля і сланців. Якість виготовлених з золи будівельних матеріалів визначається фазовим складом новоутворень, що виникають при випалюванні зловмисних мас. Компоненти, що складають паливні золи, мають різну реакційну здатність. В частинках золи ТЕС, яка є полімінеральною сировиною, під впливом високої температури можуть відбуватися хімічні реакції в твердій фазі з утворенням сполук різного складу. Використання зол, шлаків ТЕС дає можливість виробляти бетонні, керамічні, золо- і шлакоситалові ефективні будівельні матеріали з поліпшеними технічними властивостями, що в свою чергу дозволяють розвивати перспективні

архітектурно-конструкційні напрямки в індустріальному і житловому будівництві. Існують три основних напрямки утилізації зол в будівництві: використання в'язучих властивостей золи; застосування зол в бетонах; розвиток виробництва пористих наповнювачів і легких бетонів різного призначення. Характерною особливістю золи є її неоднорідність (в даному випадку по фізичних характеристиках), а саме: за розмірами частинок, конфігурації, кольору, структурі та ін. Ці особливості навіть при спалюванні одного і того ж вугілля залежать від типів (конструкцій) котлів, режимів спалювання вугілля, способів відбору золи і видалення. Комплексне використання зольної сировини забезпечується як його великими запасами, так і різноманітністю технологічних характеристик, викликаним застосуванням різних видів кам'яного вугілля і режимів його спалювання.

Відходи будівельного комплексу. У будівельній індустрії щорічно накопичуються в величезному обсязі різноманітні відходи - розкривні породи, пил цементного виробництва, Серпентинові відходи, породи попутного видобутку, стічні води, відходи подрібнення вапняків, камнепилення, газосилікат, нізковапнякових мергелів, бетонного каменю, деревини, картону, склобою та ін. (рис. 1.4).



Рис. 1.4 Різновиди відходів будівельного комплексу

Подрібнені серпентинітові відходи з великотоннажним виходом, що мають стабільний мінеральний і фракційний склади в кількості 5 ... 15%, ефективно використовують для виготовлення силікатної цегли, в виробках на основі шлакопортландцементу, а також в композиціях з іншими промисловими відходами з добавками меленого кварцу для отримання виробів марок 100 .. 300, мають низькі витрати паливно-енергетичних ресурсів. Встановлено, що серпентинітові відходи - ефективна добавка в силікатну суміш, що дозволяє істотно поліпшити формувальні властивості, підвищити фізико-механічні показники силікатної цегли. Мінерали групи серпентину - анортит і хризотил, що мають однаковий хімічний склад, але перший з них утворює моноклінні кристали з досконалою спайністю, а другий має волокнисту будову. Обпалений при 780 ° С серпентиніт володіє терпкими властивостями. Відходи азбестових комбінатів доцільно з певною обережністю використовувати в якості добавки в сировинну суміш в кількості 5 ... 15% на заводах силікатної цегли, розташованих в цих же районах. Введення в суміш каолінит-монтмориллонитової глини і азбестових відходів, невеликої кількості NaCl (0,1%) веде до різкого підвищення міцності обпалених виробів в результаті збільшення кількості рідкої фази, яка поліпшує спікання, і уповільнення процесу утворення кристобаліту з продуктів розпаду монтмориллоніту. Відходи видобутку і обробки мармуру, що становлять 60 .. 70% початкової маси (крихти, відколи, зрізи, пил), - цінний компонент полегшених керамічних виробів і лицьової кераміки. Пилоподібні відходи каменеобробки не вимагають додаткових трудовитрат, і їх використання в технології економічно вигідно. Принципово можливе отримання в'язучого для автоклавних матеріалів з низькосортної мергелю, непридатного для виробництва цементного клінкеру або гідравлічного вапна.

Відходи агропромислового комплексу. Рідкі відходи агропромислового комплексу значні за обсягом в даний час практично скидаються в довколишні водоймища. Найбільш різноманітні за складом, які

становлять велику небезпеку для навколишнього середовища, вони практично не освоюються промисловістю будівельних матеріалів (рис. 1.5). Відходи цього комплексу доцільно застосовувати як пластифікуючи, полімеризуючи, клейові добавки. Використання відходів промисловості, в першу чергу харчової, становить практичний інтерес. При цьому частково реалізується одна з глобальних проблем - захист навколишнього середовища від забруднення. Так, у водойми скидаються не один мільйон тонн рідких відходів дріжджових, пивоварних і молочних заводів; не використовуються отруйні макухи (гірчичний, ріпаковий і ін.). Пластифікуючими добавками служать молочна сироватка і дріжджова брага, сповільнювачами схоплювання і твердіння цементних розчинів - молочна сироватка, гірчичний і мальтозному макухи. Застосування інших відходів агропромислового комплексу (продукти льнопереработки, відходи бавовни, зернових культур, овочевого, рисового і картопляного виробництва) дозволяє значно збільшити структурну міцність будівельних виробів і інші фізико-механічні властивості матеріалів



Рис. 1.5 Різновиди відходів агропромислового комплексу

Відходи машинобудівного комплексу. Ці настільки специфічні техногенні продукти не так об'ємні в порівнянні з відходами інших виробництв, їх номенклатура незначна (рис. 1.6). Об'єкт особливої уваги для

промисловості будівельних матеріалів - стоки гальванічних виробництв, що представляють собою в основному розчинні солі цинку, заліза, нікелю, міді та інших елементів, а також зважені частинки нерозчинних сполук і органічних домішок. Відходи стічних вод гальванічних виробництв, які обчислюються в мільйонах кубічних метрів на добу, дуже різні за змістом кольорових і супутніх компонентів. В даний час рідкі відходи гальванічного виробництва після нейтралізації направляють на поховання, переробка їх обтяжлива для промисловості. Слід мати на увазі, що стоки гальванічного виробництва після незначної обробки доцільно використовувати в якості рідкої фази при виготовленні бетонних, гіпсових, керамічних виробів і конструкцій, так як в цих рідких відходах є в потрібних кількостях солі елементів, зазвичай застосовуються в якості регуляторів процесів кристалізації.



Рис. 1.6. Різновиди відходів машинобудівного комплексу

Існуюча класифікація техногенної сировини по агрегатному стані в момент виділення його з основного технологічного процесу дозволяє оцінити відходи промисловості з позицій подальшого їх використання [9]. У цю класифікацію не ввійшли органомінеральні і органічні відходи виробництва. Відома також класифікація керамічної сировини по гранулометричному складу, термічним властивостям і ролі в технологічному процесі [10]. Закінчуючи огляд характеристик, класифікацій та можливих областей застосування різних відходів промисловості, слід підкреслити, що при виробництві з них будівельних матеріалів і виробів необхідно прагнути до

максимального видалення з цих відходів глини і органічних домішок, радіоактивних елементів та інших, шкідливих для здоров'я людини. Проаналізувавши літературні джерела опису техногенної сировини, авторами запропонована загальна класифікація техногенної сировини (рис. 1.7)



Рис. 1.7. Загальна класифікація техногенної сировини

В даний час навряд чи фахівець з будівельного матеріалознавства засумнівається в тому, що існує генетичний зв'язок між процесами формування складу порової рідини і гідратних з'єднань на ранній стадії взаємодії в'язучих з водою, поровою структурою готового бетонного виробу і його характеристиками, перш за все механічною міцністю. Звідси випливає, що ці процеси потрібно розглядати в їх взаємозв'язку із застосуванням хоча б найпростіших елементів системного підходу. Тим часом, як видно з аналізу науково-технічної літератури з даної проблеми, дослідники в більшості випадків вивчають окремі стадії процесів. Зіставлення і об'єднання в одне ціле даних різних авторів пов'язано з безліччю скруті. Вироблений аналіз і апріорне

ранжування науково-технічної і патентної літератури з даної теми показав наступне: 1. Вітчизняні та зарубіжними авторами приділяється велика увага дослідженню хімізму та механізму процесів гідратації і гідратного фазоутворення портландцементу та інших неорганічних в'язучих речовин. Фахівці з будівельного матеріалознавства і технології бетону підкреслюють, що процеси гідратації в'язучих, в том числі на ранніх стадіях, мають вирішальний вплив на формування будівельно-технічних властивостей бетонних виробів. Значно менше вивчено вплив різних чинників на склад і властивості рідкої фази цементних систем і питання їх регулювання. Це питання особливо важливе з точки зору збереження сталевих арматурі залізобетонних виробів і конструкцій, виготовлених з в'язучих різного складу і з різними добавками. З точки зору фахівців з будівельного матеріалознавства, регулювання складу порової рідини бетонів дозволяє управляти найважливішими процесами формування експлуатаційних властивостей виробів і конструкцій. Найважливішим методом модифікації властивостей цементних систем є застосування хімічних добавок - водорозчинних електролітів, перш за все солей неорганічних кислот і поверхнево-активних речовин. Результати великих лабораторних досліджень і виробничий досвід застосування солей в технології бетону в 1974 році був узагальнений в доповіді японських дослідників, які встановили порівняльний ряд активності солей: соляної та сірчаної кислот як прискорювачів схоплювання і твердіння бетонних сумішей. У цей ряд не потрапили форміат і ацетат натрію. Відомо, що існує сотня інших водорозчинних солей, які поки не досліджені. Це пояснюється тим, що ні японськими, ні іншими дослідниками, які займалися цими питаннями, не з'ясована причина різної активності цих солей як прискорювачів твердіння цементних систем, що стримує пошук нових ефективних добавок цього виду. Інтерес до неорганічних електролітів як до добавкам до бетонних сумішей в останні роки зріс у зв'язку з тим, що вони стали використовуватися в складі комплексних добавок спільно з суперпластифікаторами і гіперпластифікаторами. В даний час відомі десятки

водорегулюючих добавок, що складаються з олігомерів сульфокислот, а також карбоксилатів. Протягом короткого часу були синтезовані десятки полікарбоксилатів, які перевершують відомі сульфокислоти завдяки наявності в їх структурі протяжних вуглеводневих радикалів, які забезпечують підвищений водоредукуючий ефект завдяки додатковому стерическому відхтовхуванню вуглеводневих «хвостів». У той же час широко застосовуваний і досить ефективний клас суперпластифікаторів на основі сульфонатів стає все менш конкурентоспроможний перед карбоксилатами в зв'язку з тим, що вони не містять додаткового стеричного ефекту стабілізації. З теоретичних міркувань випливає, що і у цього класу суперпластифікаторів можна створити подвійний фактор стабілізації, якщо використовувати в якості їх сировини не меламін або нафталін, а інші вуглеводневі радикали. Цьому питанню ні у вітчизняній, ні в зарубіжній літературі достатньої уваги не приділяється.

З теорії міцності Гриффитса слід, що вирішальне значення для фізікомеханічних характеристики бетонів має їх пориста структура, тобто розмір пор, розподіл пор за їх розмірами, формою і видом. В цьому напрямку ведуться великі дослідження. Однак найважливіші питання взаємозв'язку між розміром, концентрацією і характером розподілу пір і фізікомеханічними властивостями цементного каменю і бетону розкриті, в недостатній мірі. В останні роки стає все більш ясним, що особливу роль в синтезі міцності цементного каменю і бетонів грають нанорозмірні пори, але дослідження про роль нанопор знаходяться поки на початковій стадії. Очевидно, що великий вплив на порову структуру бетону надає мінеральний склад цементів. Проте, закономірності формування пористої структури навіть окремих клінкерних мінералів слабо вивчені.

Найважливішим способом регулювання процесів структуроутворення і твердіння цементного каменю і бетонів є застосування активних мінеральних добавок, таких як шлаки, золи. Їх застосування все більш розширюється в

зв'язку з необхідністю скоротити викид в атмосферу вуглекислого газу, так як в даний час виробництво портландцементів починає наздоганяти за енергоємністю навіть теплову енергетику. Широке використання техногенних продуктів як компонентів в'язучих систем в технології бетонів актуально також з точки зору утилізації величезних масивів шлакових зол, зберігання яких супроводжується навантаженням на навколишнє середовище. Ця проблема все більше актуальна для регіонів у яких розташовані теплові електростанції.

В даний час найбільш великотоннажними матеріалами для будіндустрії є портландцемент. Друге місце за цим показником посідає вапно. Потенціал вапняних в'язучих в даний час реалізується в неповній мірі. Робляться спроби отримання водостійкою повітряної вапна, однак, роботи в цьому напрямку не спираються на сучасні досягнення в області технології в'язучих систем. В останні 3-4 десятиліття спостерігається певний застій у питаннях удосконалення властивостей вапнякових матеріалів та використання їх у будівельному комплексі. Основним недоліком вапняного тесту, що не дозволяє отримувати на його основі високоміцний камінь, є висока водопотребність, яка в 3-5 разів перевершує портландцемент і в 2-3 рази - будівельний гіпс. У зв'язку з цим необхідно значно знизити водопотребність вапняного тесту нормальної густоти, що дозволить різко поліпшити порову структуру гіпсового каменю і підвищити його фізікомеханічні показники.

Введення золошлаков ТЕС в бетон позначається, перш, за все, на зміні водопотребності і легкоукладуваності бетонної суміші. Вплив золошлакаів на водопотребність бетонної суміші визначається його дисперсністю формою і характером поверхні частинок, мінерально-фазовим складом. Хімічна активність є найбільш важливим властивістю зол і шлаків ТЕС, що обумовлює можливість їх застосування у складі в'язучих речовин та бетонів

1.2 Особливості використання золошлаків у цементних композиціях

На сьогоднішній день немає об'єднуючої теорії, здатної зв'язати властивості бетонів з різноманітними золошлаками як активованих так й неактивованих. Визначення складу, співвідношення і ступінь підготовки компонентів носять експериментальний характер. У той же час, аналіз літературних даних показує, що використання мікронаповнювачів надає широкі можливості не тільки для зниження вартості чисто клінкерних в'язучих, а й підвищення їх фізико-механічних і експлуатаційних характеристик. Композиційні в'язучі на основі цементних систем знайшли широке застосування у вигляді цементів з міндобавками, однак найбільш ефективним є впровадження технологічних схем, які дозволяють знижувати зайву активність цементу або, навпаки, підвищувати її безпосередньо в заводських умовах за рахунок включення у виробничий ланцюжок механічного або хімічного процесів активації в'язучого.

Однак, наявність незгорілого палива в золошлакових відходах викликає підвищену водопотребу бетонної суміші [11,12]. Незгоріле паливо знижує споживчу цінність золошлакових відходів, як сировини для виробництва будівельних виробів через неоднорідність хімічного складу, що може привести до неконтрольованого впливу на основні фізико-механічні властивості готових виробів; гранулометричний склад, що відрізняється непостійністю зернового складу за площею відвалу, не дозволяє зробити раціональний вибір напрямку використання золошлакових матеріалів. Крім того, на властивості бетонної суміші, а потім й на властивості бетонів має вплив тонкість подрібнення золошлакових відходів, яка коливається у широких межах. Зазвичай галузі використання золошлаків визначаються її хіміко-мінералогічним складом та ступенем дисперсності. Численними

дослідженнями встановлена оптимальна тонкість подрібнення 4500- 5000 см² / г [13,14,15,16].

Для досягнення необхідної тонкості подрібнення, як правило, використовують активацію золошлакових відходів. Ефективною властивістю активації наповнювачів за рахунок збільшення поверхневої енергії є механо-хімічна активація. Збільшення поверхневої енергії викликається перш за все розривом міжатомних зв'язків структури. Це має місце при подрібненні, помолі, стиранні твердих тіл [17,15]. Нові «свіжоутворенні» поверхні мають значно більш високі значення поверхневої енергії, що обумовлює їх більш високу адгезійну активність. З підвищенням дисперсності наповнювача і його концентрації зростає вплив адсорбційно-активного середовища на підвищення поверхневої активності [19]. Відомо, що міжфазний поверхневий натяг змочувальної рідини тим нижче, чим менше різниця в полярності твердого тіла і рідини [20]. Одним із шляхів активації наповнювачів є створення оптимального рельєфу його поверхні. Збільшення шорсткості наповнювача не тільки сприяє механічному зчепленню зерен в'язучого, а й підвищує площу поверхні контакту. Збільшення адгезійної міцності в цьому випадку йде і за рахунок поліпшення умов змочування. Форма частинок і рельєф їх поверхні залежать від типу помольних агрегатів і природи матеріалів. Так, при грубому подрібненні піску у вібромліні, великі зерна виходять закругленими, а дрібні - незграбними. При подрібненні в кульовому млині до розміру частинок 0,15-26 0,6 мм, переважають круглі зерна. Дезінтеграторний помел переважно дає незграбні зерна піску.

Встановлено, що сумісний вплив механічної та хімічної активації (присутність гіпсу) сприяє збільшенню пуцоланової активності кислих зол. Частилки золи, витримані в вапняному розчині, повністю оточені утвореннями гелів. Окремі частинки зв'язуються між собою, утворюючи кластери. Для отримання дрібнозернистих золобетонів максимальної міцності механоактивовану золу витримують в вапняно-гіпсовому розчині. У такому

бетоні характерна присутність голчатих новоутворень, довжина яких становить 3 мкм, а діаметр близько 0,3 мкм. Хімічним способом підвищення активності золи і піску є добавка негашеного вапна. Вона спричиняє каталітичну дію на реакційну активність поверхні золи і піску в процесі механічної обробки в диспергаторі. Крім того, введення вапна підвищує лужність бетону, що призводить до більшого утворення продуктів гідратації цементу за одиницю часу, а також усуває «вапняний голод» в цементі, що твердіє і дозволяє виявляти гідратацію цементу з найбільшою інтенсивністю[21]. Таким чином, комплекс заходів по механо-хімічній активації дозволяє більш повно використовувати масу компонентів наповнених цементних систем і регулювати їх властивості. При відносно невеликих витратах з'являється можливість забезпечити вражаючий і, що важливо, легко повторюваний в виробничих умовах результат.

При виготовленні бетонів та розчинів, золошлакові відходи використовують як заповнювач замість піску, для заміни частини цементу, а також як мікронаповнювач в асфальтобетонах, що використовуються у дорожньому будівництві.

Зазвичай золошлаки використовують в бетонах в трьох напрямках: як добавку замість частини цементу, як дрібний заповнювач замість частини піску і як мікронаповнювач (самостійний компонент в'язучої системи) [16].

Широкі можливості відкриваються при використанні золошлаків у якості пористого заповнювача в легких бетонах, а також у якості компонента, що замінює кварцовий пісок у теплоізоляційно-конструкційних бетонах. Використання золошлаків, як легкого пористого заповнювача, замість кварцового піску дозволяє не тільки знизити середню густину бетону, але й зменшити його теплопровідність, що забезпечить підвищення теплоізоляційних властивостей виробів та економію палива при експлуатації будинків [10].

На сучасному етапі золошлакові відходи ТЕС використовують при виготовленні як монолітних, так і збірних бетонних та залізобетонних конструкцій [18]. В силу певних причин у гідротехнічному будівництві золи ТЕС почали використовувати раніше, ніж в інших галузях будівництва. Цьому сприяло те, що марка бетонів для крупних гідротехнічних споруд визначається через 180 діб, тобто у віці, коли негативний ефект дії золи вже не помітний, а міцність бетону з золою майже дорівнює міцності бетону без золи.

Введення золи у невеликій кількості сприяє зниженню водовідділення бетонної суміші [21]. Пластифікуюча і водоутримуюча здатність золи обумовлює її перспективність при використанні у складі легких бетонів. Водночас, використання золи в бетоні не рекомендується при виконанні робіт в осінньо-зимовий період методом «термосу», бо зола сповільнює процес твердіння бетону при низьких температурах.

Можливе збільшення золи в складі як важкого, так і легкого бетонів, при виготовленні збірних та монолітних конструкцій встановлюють після проведення спеціальних випробувань арматури на корозійну стійкість та визначення деформаційних властивостей і довговічності бетонів.

Досить значного поширення набуло використання тонкодисперсної золи-винесення, яка позитивно впливає на легкоукладальність бетону, його водовідділення, якість поверхні, сульфатостійкість, стійкість до лужної та хлоридної агресії, зменшує деформації усадки та підвищує тріщиностійкість, зменшує тепловиділення та підвищує міцність бетону на пізніх етапах твердіння [19].

Введення золи до сумішей для виготовлення легкого бетону підвищує їх в'язкість у статичному стані, але не впливає на умови тиксотропного розрідження при вібруванні. Суміші з золою відрізняються легкоукладальністю, добре заповнюють форму та ущільнюються під дією вібрації. Відформовані вироби з легкобетонних сумішей, що містять золу, відрізняються підвищеною структурною міцністю, що дозволяє швидке нанесення й загладжування верхнього фактурного шару при формуванні

огороджуючих конструкцій та полегшує умови проведення часткового або негайного розпалублення виробів [23].

Як свідчить практика, використання в складі бетонної суміші золошлакових відходів більше 30 мас.%, зазвичай призводить до зменшення активності цементів. Для усунення цього недоліку замість вихідних відходів доцільно використовувати механо- або хімічноактивованих золошлаків.

У бетонних сумішах зола зазвичай виконує роль не тільки активної мінеральної добавки, збільшуючи загальну кількість в'язучої речовини, але й мікронаповнювача, що покращує гранулометрію піску та активно впливає на процеси структуроутворення бетону.

За даними, розглядання золи як частки в'язучої речовини є недоцільним, оскільки при зростанні кількості золи (до 30 мас.% та більше) міцність важкого бетону знижується.

За результатами досліджень, частка оптимальної кількості золи зменшується при збільшенні витрат цементу. Максимальна міцність бетону досягається при заміні 28...30 мас.% дрібного заповнювача золою за рахунок зниження міжзернової пористості суміші.

За даними [18], до складу важкого бетону слід додавати золошлакові відходи у кількості до 150 кг на 1 м^3 бетону, що підлягає ТВО, та до 100 кг на 1 м^3 бетонної суміші, що твердіє в нормальних умовах.

За результатами робіт, доцільна кількість використання золошлакових відходів повинна визначатися із умов забезпечення заданих властивостей бетону. В основу оптимізації складу бетону покладено критерій ефективності, який характеризується величиною міцності, що забезпечує одиниця маси цементу [15]. Зола дозволяє покращити гранулометрію піску, в якому відсутні дрібні фракції. Особливо доцільно її вводити у важкоукладальні бетонні суміші з малою кількістю цементу.

Для досягнення високої міцності золівмісних бетонів важливе значення має хіміко-мінералогічний склад клінкеру. На ранніх етапах твердіння росту міцності бетону сприяє наявність лугів у складі клінкеру, що прискорює

хімічну взаємодію золи та цементу [26]. На пізніх етапах для проявлення пуцоланової активності золи краще використовувати цементи з підвищеним вмістом аліту. Для золівмісних бетонів характерним є інтенсивний набір міцності на пізніх етапах твердіння. За даними [27], міцність при стиску бетонів, що містять 30 мас. % золи, через 10 років в 1,4...2 рази перевищує міцність бетону у віці 3 місяців. Також відмічається, що при тривалому твердінні таких бетонів має місце нарощування міцності при розтягу та згині.

Водночас, за даними [26], при використанні золи в кількості, що перевищує витрату портландцементу, можуть бути отримані цементи та бетони, які зазвичай відрізняються не тільки низькою міцністю, але й погіршеною морозостійкістю. Ступінь зниження морозостійкості бетонів при введенні до їх складу золошлаків залежить від багатьох чинників, в тому числі від її неоднорідності.

Значне підвищення морозостійкості та інших експлуатаційних характеристик золонаповнених бетонів досягається при введенні спеціальних добавок, зокрема пластифікуючих, з використанням яких можуть бути отримані досить ефективні різновиди бетонів [29]:

З іншого боку, проблема підвищеного використання золошлакових відходів в складі бетону не є такою простою, оскільки у зв'язку з браком інформації по тривалому їх використанню разом з органічними новітніми добавками завжди існує загроза негативного впливу останніх на процеси твердіння штучного каменю, особливо в складних умовах експлуатації бетону [30].

Золошлакові відходи можна використовувати як активну мінеральну добавку не тільки в традиційних портландцементних в'язучих системах, але й у лужних. За даними можливість використання їх як активного компонента лужних систем залежить перш за все від її хіміко-мінералогічного та фазового складів, від дисперсності та вмісту НВЧ. Так, здатність до самостійного твердіння притаманна лише алюмосилікатним золам, які містять у своєму складі підвищену кількість СаО та мають достатню дисперсність, причому

підвищення останньої сприяє зростанню гідравлічної активності золи, яка не завжди гарантує високі міцнісні показники синтезованого штучного каменю.

Для отримання лужних золошлакових композицій, що характеризуються активністю до 90 МПа (після тепловолової обробки) та до 40 МПа (в нормальних умовах твердіння), необхідне коригування їхнього складу високоосновними добавками (портландцементний клінкер, конверторний та ваграночний шлаки).

При введенні таких добавок у складі продуктів гідратації лужних золовмісних композицій утворюються переважно гідросилікатні та гідроалюмосилікатні фази, які й забезпечують достатньо високу міцність та довговічність отриманого штучного каменю.

Основні або висококальцієві золи, що містять $\text{CaO} > 10$ мас.%, доцільно використовувати як добавку при отриманні цементів, що здатні до розширення а також для виготовлення литих будівельних розчинів причому в останньому випадку використовуються переважно висококальцієві золи разом із портландцементом та пластифікуючими домішками.

Згідно з даними [24], золи, що отримані при використанні технології випалювання у киплячому шарі, доцільно застосовувати у дорожньому будівництві при виготовленні різних видів дорожніх покриттів.

Висококальцієві золи за даними доцільно використовувати як пластифікуючу добавку для отримання високоміцних бетонів. При помелі портландцементного клінкеру стандартами дозволяється вводити до складу цементу 15...25 мас.% низькокальцевої золи та 25...40 мас.% висококальцієвої.

За даними [26] також можливо введення до складу цементу (без погіршення його експлуатаційних властивостей) до 40 мас.% золи-шару та золи-винесення до 60 мас.%.

Відповідно даних [24], досліджена можливість утилізації золи різної дисперсності та різного складу при виготовленні дорожніх бетонів; вивчена пуцоланова активність золи, що містить CaO від 4 до 26 мас.% і показано, що

на ранніх стадіях твердіння відсутня кореляційна залежність між міцністю бетону та активністю використаної золи; в той же час така залежність має місце на більш пізніх етапах твердіння (90 діб та більше).

За результатами досліджень [21], в разі використання висококальцієвих зол, що містять 47...54 мас.% CaO, можливе отримання бетонів для дорожнього будівництва, міцність яких на 90 добу може бути порівняна з міцністю бетонів, отриманих на основі портландцементу.

Водночас використання висококальцієвих зол з високим вмістом ангідриду потребує деякої застороги та виконання додаткових заходів, що забезпечують повну (100%) гідратацію вільного оксиду кальцію.

За даними [23] при змішуванні золи з заповнювачами (у процесі приготування бетонної суміші) не досягається повна гідратація CaO, що призводить до підвищення тепловиділення, розігрівання бетону, його розширення, розтріскування та зниження довговічності. Також зберігається загроза виникнення вторинного еtringіту на пізніх стадіях твердіння зольних цементів.

Таким чином, огляд літератури щодо використання відходів енергетики для отримання в'язучих речовин та бетонних сумішей дозволяє зазначити досить жваве зацікавлення науковців та будівельників-практиків до цієї проблеми, але на сьогодні існують поки що нерозв'язані проблеми, обумовлені як обмеженнями щодо типів золошлакових відходів, які дозволяється використовувати в складі бетонних сумішей, так і нерозв'язаними залишаються проблеми довговічності золонаповнених бетонів, особливо в разі використання сульфатної або механо-сульфатної активації золомістких композиційних в'язучих речовин [25]. Також залишається нерозв'язаним питання щодо сумісності роботи сучасних пластифікуючих добавок різного складу та механізму дії й золонаповнених в'язучих систем.

Основні або висококальцієві золи, що містять CaO > 10 мас.%, доцільно використовувати як добавку при отриманні цементів, що здатні до розширення, а також для виготовлення литих будівельних розчинів, причому

в останньому випадку використовуються переважно висококальцієві золи разом із портландцементом та пластифікуючими домішками.

Згідно з даними золи, що отримані при використанні технології випалювання у киплячому шарі, доцільно застосовувати у дорожньому будівництві при виготовленні різних видів дорожніх покриттів.

Висококальцієві золи за даними доцільно використовувати як пластифікуючу добавку для отримання високоміцних бетонів. При помелі портландцементного клінкеру стандартами дозволяється вводити до складу цементу 15...25 мас.% низькокальцієвої золи та 25...40 мас.% висококальцієвої.

За даними також можливо введення до складу цементу (без погіршення його експлуатаційних властивостей) до 40 мас.% золи-шару та золи-винесення до 60 мас.%.

Відповідно даних, досліджена можливість утилізації золи різної дисперсності та різного складу при виготовленні дорожніх бетонів; вивчена пуцоланова активність золи, що містить CaO від 4 до 26 мас.% і показано, що на ранніх стадіях тверднення відсутня кореляційна залежність між міцністю бетону та активністю використаної золи; в той же час така залежність має місце на більш пізніх етапах твердіння (90 діб та більше).

За результатами досліджень, в разі використання висококальцієвих зол, що містять 47...54 мас.% CaO, можливе отримання бетонів для дорожнього будівництва, міцність яких на 90 добу може бути порівняна з міцністю бетонів, отриманих на основі портландцементу.

Водночас використання висококальцієвих зол з високим вмістом ангідриду потребує деякої застороги та виконання додаткових заходів, що забезпечують повну (100%) гідратацію вільного оксиду кальцію.

За даними при змішуванні золи з заповнювачами (у процесі приготування бетонної суміші) не досягається повна гідратація CaO, що призводить до підвищення тепловиділення, розігрівання бетону, його розширення, розтріскування та зниження довговічності. Також зберігається

загроза виникнення вторинного етрінгіту на пізніх стадіях твердіння зольних цементів [18].

Таким чином, огляд літератури щодо використання відходів енергетики для отримання в'язучих речовин та бетонних сумішей дозволяє зазначити досить жваве зацікавлення науковців та будівельників-практиків до цієї проблеми, але на сьогодні існують поки що нерозв'язані проблеми, обумовлені як обмеженнями щодо типів зол, які дозволяється використовувати в складі бетонних сумішей, так і нерозв'язаними залишаються проблеми довговічності золонаповнених бетонів, особливо в разі використання сульфатної або механо-сульфатної активації золомістких композиційних в'язучих речовин [19]. Також залишається нерозв'язаним питання щодо сумісності роботи сучасних пластифікуючих добавок різного складу та механізму дії й золонаповнених в'язучих систем.

Загострення екологічної проблеми України потребує розробки нових ефективних технологій переробки відходів теплоенергетики, представлених золами та шлаками ТЕС, які б забезпечували максимальний ступінь їхньої утилізації та зв'язування у якісні будівельні матеріали. Вибір технології утилізації вказаних відходів залежить від таких факторів, як їхній хіміко-мінералогічний та гранулометричний склад, величина питомої поверхні, спосіб видалення тощо [11;]. Незважаючи на те, що зазначені відходи широко використовуються для виробництва в'язучих систем різного типу, таких як пуцоланові цементи, золосульфатні цементи [20], гіпсоцементнозольні в'язучі речовини [19], зололужні цементи [21], загальний об'єм їхньої утилізації залишається досить низьким. Частка золи в таких системах зазвичай не перевищує 25...50 мас.%, а виготовлення бетонних виробів на їхній основі вимагає додаткових енерговитрат на теплову обробку. В той же час багаторічний досвід використання золи як пуцоланової добавки в складі в'язучих речовин підтвердив її позитивний вплив на експлуатаційні властивості отриманого штучного каменю, зокрема має місце зниження тепла

гідратації, зв'язування портландиту у гідросилікати кальцію, збільшення ступеня гідратації аліту та підвищення кількості хімічно зв'язаної води [18].

Більш ніж 50 – річний досвід використання золи у складі в'язучих речовин дозволяє відмітити суттєві переваги бетонів, отриманих на її основі. Як правило, при правильному проектуванні складу бетону підвищений вміст золи у складі в'язучої композиції (більше 60 мас.%) забезпечує підвищення корозійної стійкості, стійкості до проникнення хлоридів, стійкості до розвитку внутрішньої корозії, при цьому також має місце зниження емісії CO₂ у атмосферу (тобто крім економічних переваг мають місце також екологічні) (рис.1.1).

Згідно з дослідженнями [18], можливе використання до 30 мас.% золи у складі в'язучих систем (без погіршення властивостей отриманого штучного каменю). Водночас при використанні надмірної кількості золи у складі золонаповнених матеріалів може мати місце підвищення пористості та зниження швидкості набору міцності у часі. Для запобігання цього явища до складу бетонної суміші разом з підвищеною кількістю золи можуть бути введені пластифікуючі добавки з різним механізмом дії (для зниження водоцементного відношення) та комплексні добавки, що містять поряд з органічними також і неорганічні добавки [23].

При виготовленні важких бетонів дозволяється використовувати такі золошлакові відходи: для повної заміни дрібного та крупного заповнювача, часткової заміни заповнювачів та цементу, а також часткової заміни дрібного заповнювача та цементу.

Кількість золи, що використовується у складі в'язучої речовини та бетонної суміші, може бути збільшена за рахунок її активації різними способами, зокрема механічним, хімічним та механохімічним [15]. Вибір способу активації залежить від хіміко-мінералогічного складу золи, способу її отримання, а також від складу в'язучої системи, до якої цю золу вводять. Оскільки зола виконує декілька функцій при введенні її до складу бетонної

суміші, то її кількість може бути підвищена не тільки завдяки використанню різних видів активації, але й за рахунок поліфункціональності, причому введення золи не тільки до складу в'язучої речовини, але й як мікронаповнювача та дрібного заповнювача, буде сприяти утворенню більш міцної контактної зони за рахунок збільшення ступеня кристалохімічної подібності новоутворень та реліктових залишків, що не підлягають гідратації.

Водночас підвищене використання золи у складі в'язучих матеріалів (навіть разом з комплексними органо-мінеральними добавками) може негативно відобразитися на довговічності отриманих будівельних матеріалів, що може бути пов'язаним не тільки з браком в'язучої речовини, але й зі складом новоутворень, формування яких має місце в даній в'язучій системі.

РОЗДІЛ 2

МЕТА РОБОТИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета роботи: оптимізувати склади бетонів з використанням хвостів мокрого збагачення залізних руд Полтавського ГЗК та летючої золи.

Завдання досліджень:

- Виконати аналітичний огляд літературних джерел з питань техногенних відходів та їх використання у будіндустрії;
- Дослідження властивостей летючої золи котлів з циркуляційним киплячим шаром;
- Підібрати склади цементних бетонів з використанням летючої золи та хвостів мокрого збагачення залізних руд;
- Обґрунтувати та підбирати найбільш доцільні добавки до бетонів, що сприятимуть зниженню водопотреби бетонної суміші;
 - Дослідити властивості цементних бетонів;
 - Оптимізація складів бетонів на основі летючої золи та хвостів мокрого збагачення залізних руд.

Об'єкт дослідження — склади цементних бетонів

Предмет дослідження — властивості бетонної суміші та затверділих бетонів

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Визначення характеристик вихідних матеріалів

3.1.1 Цемент

У придбаного цементу визначалися наступні параметри: Тонкість помелу визначали за ДСТУ Б В.2.7-214:2009; нормальну густоту за вимогами ДСТУ Б В.2.7-185:2009; марку ДСТУ Б В.2.7-187:2009.

3.1.2 Зола-виношення

Для виготовлення зразків у межах даної роботи використовувалася зола - виношення котлів киплячого шару. Для неї визначалися наступні показники: Визначення істинної густини проведено за вимогами ДСТУ Б В.2.7-112-2002; водопотреба золи виконано за вимогами ГОСТ 9758-86.

3.1.3 Пісок

Для приготування контрольної серії зразків був використаний річковий пісок, для якого були визначені такі характеристики: насипна густина ДСТУ Б В.2.7-112-2002 [21]; модуль крупності ДСТУ Б В.2.7-112-2002 [21]; Результати усіх випробувань вихідних матеріалів наведені у розділі 4.

3.1.4 хвости мокрого збагачення залізних руд

В роботі використанні хвости мокрого збагачення залізних руд Полтавського ГЗК. Хвости являють собою дрібно змелені гірські породи у яких переважають кварцит, тому вони були досліджені за методикою дослідження пісків.

3.1.5 Математичне планування експерименту

За для повноцінного дослідження властивостей бетонів у роботі була реалізована матриця планування експерименту. Умови планування експерименту наведено у таблиці 3.1, а матриця експерименту наведена у таблиці 3.2.

При плануванні експерименту вхідними параметрами були прийняти:

X_1 – співвідношення золи та цементу; X_2 – витрати суперпластифікатору; X_3 – ступінь заміщення піску хвостами збагачення руд

Таблиця 3.1 Умови планування експерименту в натуральних значеннях

Змінні фактори		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Натуральний вигляд	Кодований вигляд	-1	0	+1	
Співвідношення золи та цементу	X_1	0,7:0,3	0,85:0,15	1	0,15
Вміст добавки	X_2	0,8	1,4	2,0	0,6
Ступінь заміщення піску хвостами	X_3	-1	0	1	0,5

Матриця планування експерименту у натуральних значеннях наведена у таблиці 3.2. Параметрами відклику матриці були міцність при стиску МПа, витрати води при фіксованій рухливості бетонної суміші, пористість.

Таблиця 3.2. Матриця планування експерименту у натуральних значеннях змінних параметрів

№	x ₁	x ₂	x ₃	R _{ср} МПа	ОК, см
1	2	3	4	3	7
1	1	2	-1		
2	-1	2	-1		
3	1	0,8	-1		
4	-1	0,8	-1		
5	1	2	1		
6	-1	2	1		
7	1	0,8	1		
8	-1	0,8	1		
9	1	1,4	0		
10	-1	1,4	0		
11	0	2	0		
12	0	0,8	0		
13	0	1,4	-1		
14	0	1,4	1		
15	0	1,4	0		
16	0	1,4	0		
17	0	1,4	0		

3.1.6 Підбір складу бетонної суміші

Оскільки всі три параметра матриці переміни та витрати цементу доцільно встановити постійною, так як його склад зміщується із золою, у роботи прийнятий базовий склад бетону класу за міцністю В 40, який наведений у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 Базовий склад бетону на 1 м³

Витрати матеріалів на 1 м ³				Характеристика бетонної суміші		
Цемент	Пісок	Щебінь	Вода	В/Ц	ОК, см	Сер. Густина, кг/м ³
500	760	1140	200	0,4	2	2455

РОЗДІЛ 4

ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

4.1 Портландцемент

В роботі використаний портландцемент ПЦ 1-500 Н виробництва Івано-Франківського заводу. Портландцемент - порошкоподібна гідравлічна в'язуча речовина, здатне при змішуванні з водою тверднути на повітрі та у воді з утворенням міцного водостійкого каменю. Портландцемент ПЦ І-500-Н відносяться до І типу цементів за речовим складом згідно ДСТУ Б В.2.7- 46: 2010. Мінералогічний склад цементу за даними заводу виробника наведено в таб. 4.1.

Таблиця.4.1. Мінералогічний склад клінкеру портландцементу

Клінкерні мінерали	Тип цементу
	ПЦ І-500-Н
Трикальційовий силікат C_3S	66,3
Двокальційовий силікат C_2S	14,5
Трикальційовий алюмінат C_3A	5,5
Чотирикальційовий алюмоферит C_4AF	11,4

За результатами випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.7-187:2009 цемент відповідає марці ПЦ 1-500 Н.

4.2 Кварцовий пісок

В роботі використано кварцовий пісок місцевого родовища. За результатами випробувань стандартними методами згідно з ДСТУ пісок має наступні властивості: насипна густина у сухому стані – 1350 кг/ м^3 , модуль крупності $M_{кр} = 1,05$, за умістом органічних домішок відповідає вимогам ДСТУ.

4.3 Зола - винесення

Для виготовлення зразків у межах даної роботи використовувався зола-винесення Старобешівської ТЕС.

Таблиця 4.2 Результати визначення істинної густини золи

Маса об'ємоміра з водою, г	Маса об'єм міра з золюю, г	Маса наважки золи, г	Об'єм, см ³	Істина густина, г/см ³
372	424,2	52,2	20	2,61

Насипна густина визначалася згідно з вимогами ДСТУ. Результати випробування наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 Результати визначення насипної густини золи

№ дослідю	Об'єм циліндра, см ³	Вага циліндра, г	Вага циліндра з золюю, г	Вага золи, г	Густина, г/см ³
1	1000	274	790	516	0.516
2	1000	274	810	536	0.536

У подальшому за насипну густину золи-винесення приймалося середнє значення, котре становить 0,52 г/см³

Водопотреба золи, яка визначалася згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-232: 2010 складає - 21%, що у тричі більше ніж піску.

Зола - винесення котлів з циркуляційним киплячим шаром представляють собою суміш дрібних та дуже дрібних частинок. За зовнішнім виглядом як пісок, але світло коричневого коліру. Колір золошлаків обумовлена тим, що вугілля спалюють у котлах довше них традиційних котлах, тому супутні породи у вугіллі, а вони більшість глинясті породи, дають колір

схожий на теракоту. Проте золошлаки використовують у якості дрібного заповнювача як важких так й легких бетонів [14].

Зазвичай, якщо породи випаляються вони не можуть бути щільними як кварц, тому водопотреба золи буде вищою ніж кварцового піску.

В роботі визначена водопотрібність золи згідно з вимогами ДСТУ.

Результати випробувань наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 4.4 .Результати визначення водопотребі золи

Випробування	Вміст цементу, г	Вміст золошлаків, г	Кількість води, мл	В/Ц	Розплив, см
1	250	500,384	190	0,76	15,2
2			195	0,78	17,2
3			200	0,8	18,8
4	700		290	0,414	14,5
5			295	0,421	15,8
6			300	0,429	17

$$V_z = \frac{(B/w)_p - (B/w)_T}{2,35} \times 100\% = \frac{0,778 - 0,28}{2,35} \times 100\% = 21,19\%, \quad (3.1)$$

де, 2,35- відношення абсолютних об'ємів золи і цементу в розчині.

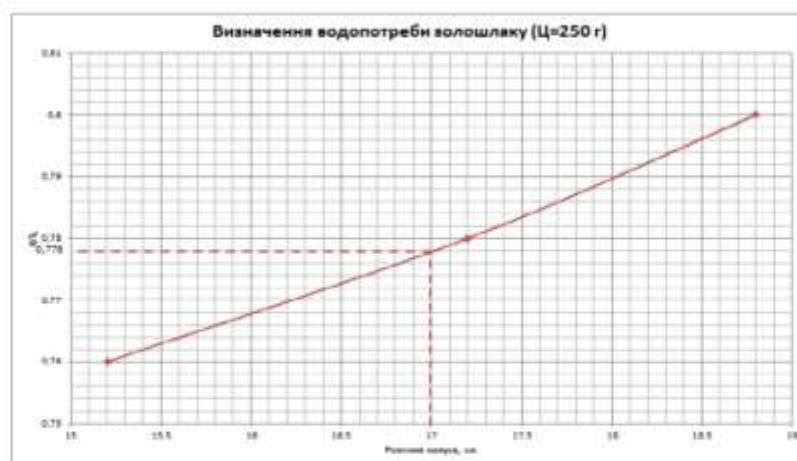


Рис.4.1. Крива визначення водопотребі золи при Ц = 250 г



Рис. 4.2. Крива визначення водопотреби золи при Ц=700 г

За результатами дослідів спостерігаємо, що водопотреба золи майже в 3 рази більша ніж водопотреба піску. Більшу водопотребу золи можна пояснити тим, що зерна мають пористу структуру, яка одержана після випалювання камінного вугілля. В процесі випалювання із вугілля органічна частина вигоряє, а мінеральна може частково спучуватися. Зерна піску, як відомо мають повністю щільну структуру з формою максимально наближеною до сферичної, що обумовлено формою кристалів кварцу. Крім того на водопотребу впливає й обкатана поверхня зерен піску.

Збільшена водопотреба золи може впливати на реологічні властивості розчинів та бетонів з їх використанням. Якщо водопотреба більше ніж традиційних заповнювачів, то В/Ц відношення для досягнення рівнорухливих сумішей збільшується. Що може сприяти зниженню міцності цементних композитів на основі золи.

Хіміко-мінералогічний склад золи

Хімічний склад золи був визначений згідно методів ДСТУ і ГОСТ 10538-87, ГОСТ 2408.1-95 (ІСО 625-75). Результати наведені у таб. 3.2.

Таблиця 4.5. Усереднений хімічний склад золи

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃
42,51	12,24	19,96	1,07	2,97	0,8	6,58	13,71

В таблиці 3.3 наведені хімічний та елементні склади золошлаків, які були визначені методом мікрозондування на електронному скануючому мікроскопі при напруги 20,00 кВ.

Таблиця 4.6. Усереднений хімічний та елементний склад золи

Хімічний склад			Елементний склад		
Оксид	Інтенсивність	Склад, %	Елемент	Інтенсивність	Склад, %
Al ₂ O ₃	14627	11,14	Al	8866	9,96
SiO ₂	33959	48,76	Si	41777	39,89
SO ₃	3130	5,32	S	4559	4,72
K ₂ O	1858	1,62	K	1850	1,99
CaO	23678	29,23	Ca	39335	38,65
FeO	2201	3,93	Fe	2209	4,79

Дані хімічного та елементного складів золи свідчать про те, що за кількістю вмісту CaO вони належить до висококальцієвих із (CaO > 20%), уміст гематиту (Fe₂O₃) також відповідає вимогам висококальцієвих золошлаків. За даними [104] сума оксидів SiO₂ + Al₂O₃ для даної категорії золошлаків повинна бути у межах 40...65%, що також є доказом висококальцієвих золошлаків. За змістом SO₃ золошлаки відносяться до сульфатних (SO₃ > 5 мас.%) [14].

Як видно з таблиці в складі золи відсутня частина незгорілого вугілля, що знімає обмеження застосування їх в важких бетонах. Найбільш шкідливим

компонентом є сірчаний газ, який може бути з'єднаний з іншими оксидами у вигляді ангідриду CaSO_4 або гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В обох випадках сірчані сполуки можуть привести до утворення вторинного еtringіту, що може спричинити руйнування структури затверділого цементного каменю.

4.4 Щебінь

В роботі використаний гранітний щебінь фракції 5-10 кременчуцького родовища. Насипна густина щебню – 1320 кг/м^3 . Істина густина граніту $2,67 \text{ г/см}^3$.

4.5 Хвости мокрого збагачення залізних руд

За зовнішнім виглядом хвости виглядають як піски але мають більш активовану поверхню. Характеристики хвостів були визначені за методикою випробування піску. Результати визначення модулю крупності наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 Модуль крупності хвостів

Залишки	Розміри сит						
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	менше
Часткові гр.	6	84	104	233	321	145	102
Часткові, %	0,6	8,4	10,4	23,3	32,1	14,5	
Повні, %	0,6	9,0	19,4	42,7	74,8	89,3	
Всього	231						

Модуль крупності $M_{кр} = 231/100 = 2,31$. За модулем крупності хвости відносяться до категорії крупних пісків. Використання їх у бетонах в якості дрібного заповнювача є рекомендованою.

Графік зернового складу представлений на рис. 4.3

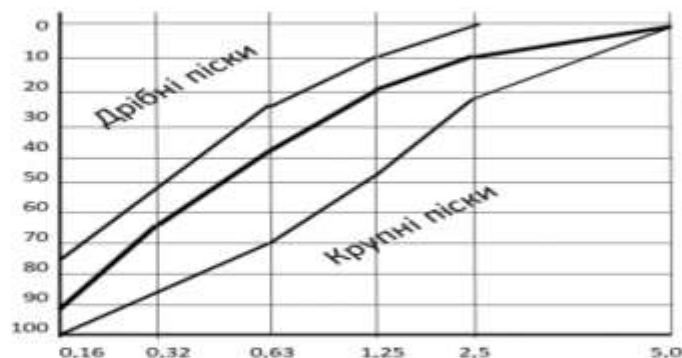


Рис. 4.3 Графік зернового складу хвостів мокрого збагачення руди

З рисунку бачимо, що графік зернового складу хвостів знаходиться у межах рекомендованих для важких бетонів. Слід зауважити, що хвости збагачення руд важко просіюються скрізь сита. Очевидно, що поверхня зерен мають рвану структуру, що ускладнює їх проходження через отвори сіт.

Таблиця 4.8 Середня густина хвостів мокрого збагачення залізних руд

№ дослід	Об'єм циліндра, см ³	Маса циліндра, г	Маса циліндра з хвостами, г	Маса хвостів, г	Густина, г/см ³
1	1000	275	1775	1499	1,499
2	1000	275	1770	1495	1,495

Дані таблиці свідчать про те, що насипна густина хвостів вища ніж кварцового піску. Очевидно, що залишки залізних руд у хвостах збагачення сприяють збільшенню маси відходів.

Таблиця 4.9 Результати визначення істинної густини хвостів

Маса об'ємоміра з водою, г	Маса об'єм міра з хвостами, г	Маса наважки хвостів, г	Об'єм, см ³	Істина густина, г/см ³
371	429,5	58,5	20	2,925

Істинна густина хвостів збагачення залізних руд 2,93 г/см³ більша ніж кварцового піску, пояснюється тим, що залізо, яка знаходиться у хвостах приводить до збільшення їх маси.

4.6 Гіперпластифікатор “Fluid premia - 196”

Був використаний гіперпластифікатор “Fluid premia - 196” на основі модифікованих полікарбоксилатів. В порівнянні із звичайними високоефективними пластифікаторами має значно кращі диспергування цементних частинок. Утворюється однорідний цементний клей з незначною кількістю сил тертя, який сприяє кращій рухливості бетонної суміші.

Технічні характеристики:

Консистенція: рідина молочно-зеленого кольору. Щільність ISO 758 при + 20 ° С. (Г / см): 1,055 ± 0,02

Твердий сухий залишок EN 480-8 (%): 25,00 ± 1,2

Зміст хлоридів EN 480-10 (%): <0,1

Вміст лугів EN 480-12 (%): <1,5

pH відповідно до ISO 4316: 7,5 ± 1

РОЗДІЛ V

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1. Застосування методів математичного планування експерименту для оптимізації складів бетонів.

Планування експерименту – це комплексна процедура вибору числа дослідів й умов їх проведення, необхідних та достатніх для розв’язання поставленої задачі з необхідною точністю.

З метою досконалого вивчення особливостей впливу змінних факторів на фізико-механічні властивості бетонів та рухливість бетонної суміші з використанням техногенних відходів, у роботі був реалізований трифакторний план планування експерименту.

Згідно плану експерименту перш за все була виготовлена суміш бетону базового складу та визначена її рухливість за осіданням конусу Абрамса, яка дорівнялася 4 см. Потім були виготовлені бетонні суміші згідно плану експерименту. Суміші були виготовлені у змішувачах примусової дії. Сухі компоненти перемішувались протягом трьох minut, потім додавалася вода змішана з пластифікатором у кількості згідно плану експерименту. Після додавання води суміш змішувалася протягом п’яти хвилин. Суміш відвантажували з змішувача та визначали осідання конусу. Після чого із суміші виготовляли зразки кубики, які твердули у лабораторних умовах протягом одного місяця. За один місяць зразки були випробувані на міцність при стиску. Дані випробувань занесені у таблицю матриці та оброблені. Результати статистичної обробки даних наведені на рис. 5.1 та 5.2.

Вхідними параметрами для всіх серій зразків були співвідношення цементу та золи винесення, витрати гіперпластифікатору «Fluid Premia 196» та ступінь заміщення піску хвостами збагачення залізної руди. Умови планування експерименту наведено у табл. 5.1, а матриця планування – у таблиці 5.2

Таблиця 5.1 Умови планування експерименту

Змінні фактори		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
Натуральний вигляд	Кодований вигляд	-1	0	+1	
Співвідношення золи та цементу	X ₁	0,7:0,3	0,85:0,15	1	0,15
Вміст добавки	X ₂	0,8	1,4	2,0	0,6
Ступінь заміщення піску хвостами	X ₃	-1	0	1	0,5

Таблиця 5.2. Матриця планування експерименту у натуральних значеннях змінних параметрів

№	x ₁	x ₂	x ₃	R _{сг} МПа	ОК, см
1	Ц	2	X	55,1	10
2	0,7Ц+0,3 Зл	2	X	57,4	13
3	Ц	0,8	X	53,0	6
4	0,7Ц+0,3 Зл	0,8	X	54,5	8
5	Ц	2	П	48,6	20
6	0,7Ц+0,3 Зл	2	П	50,3	17
7	Ц	0,8	П	47,8	16
8	0,7Ц+0,3 Зл	0,8	П	49,7	15
9	Ц	1,4	П+X	54,2	12
10	0,7Ц+0,3 Зл	1,4	П+X	55,5	14
11	0,85Ц+0,15 Зл	2	П+X	51,0	16
12	0,85Ц+0,15 Зл	0,8	П+X	50,4	10
13	0,85Ц+0,15 Зл	1,4	X	55,2	11
14	0,85Ц+0,15 Зл	1,4	П	48,8	14
15	0,85Ц+0,15 Зл	1,4	П+X	53,2	13
16	0,85Ц+0,15 Зл	1,4	П+X	52,4	13
17	0,85Ц+0,15 Зл	1,4	П+X	51,1	13

Примітка: X – 100% хвости; П+X – 50% пісок + 50% хвостів. П – 100% пісок.
Ц – 100% цемент.

Вплив техногенних відходів на міцність важких бетонів

Результати випробувань, що наведені у таблиці 5.2 були оброблені за допомогою програми статистика. В результаті обробки були одержані рівняння регресії, які адекватно описують залежність міцності бетонів від кількості та типу техногенних відходів, що використанні в межах експерименту.

Аналізуючи рівняння регресії можемо констатувати, що уведення золи замість цементу сприяє зниженню міцності бетонів. Очевидно, що зола – винесення не виявляє в'язучи властивості на даному етапі твердіння. Можливо у подальшому твердіні вона проявить в'язучи властивості.

В той же час пластифікуюча добавка позитивно впливає на міцність бетону. На це свідчить позитивний знак перед параметром, що означає витрати добавки.

R

c

x

x

Графічний вигляд впливу співвідношення цементу та золи та витрати добавки зображені на рис. 5.95 та 5.96. Аналіз графіку показує, що з збільшенням співвідношення цементу до золи міцність бетону знижується. В той же час з збільшенням витрат добавки міцність зростає спочатку, а потім декілька знижується. Очевидно, що з збільшенням витрат добавки рухливість бетонної суміші збільшується й при ущільненні на віброплощині суміш відшаровується тобто розвивається седиментаційні процеси.

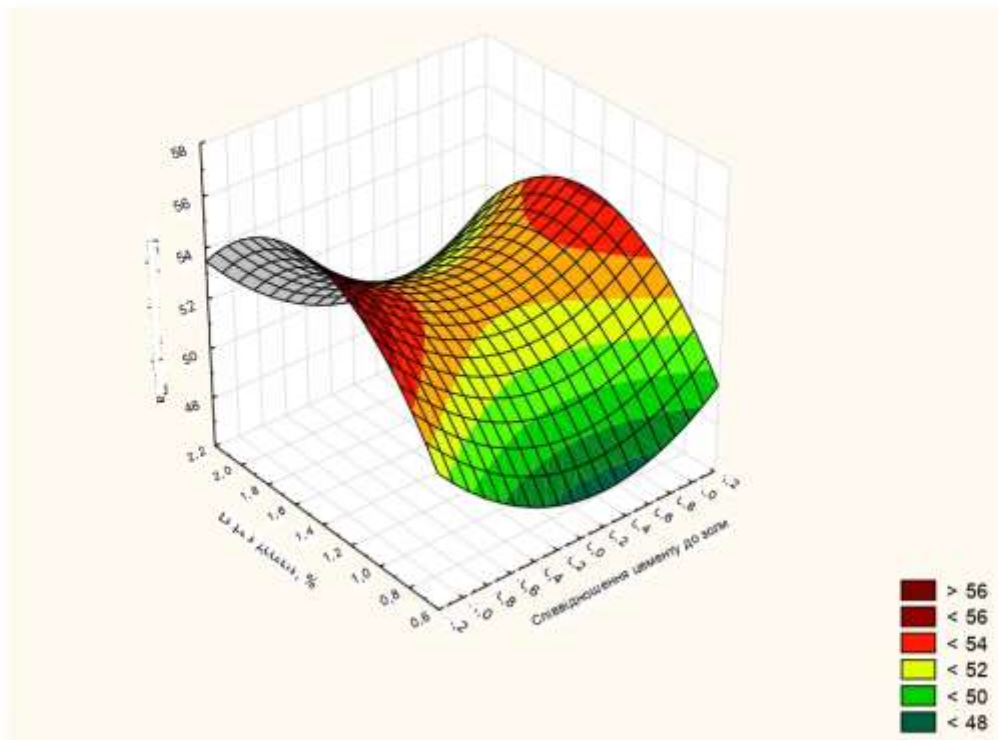


Рис. 5.1 Ізометрична поверхні впливу витрат добавки та співвідношення цемента та золи на міцність бетону

Сумісний вплив співвідношення цементу до золи та піску до хвостів описується рівнянням регресії 5.2 та наведено на рис. 5.2

$$R = X1 - 3X3 + 1,55X12 + 0,025X1X3 - 1,3X32 \quad (5.2)$$

Аналіз рівняння регресії показує, що на міцність важкого бетону обидва

К
о
м
п
о
н
е
н
т

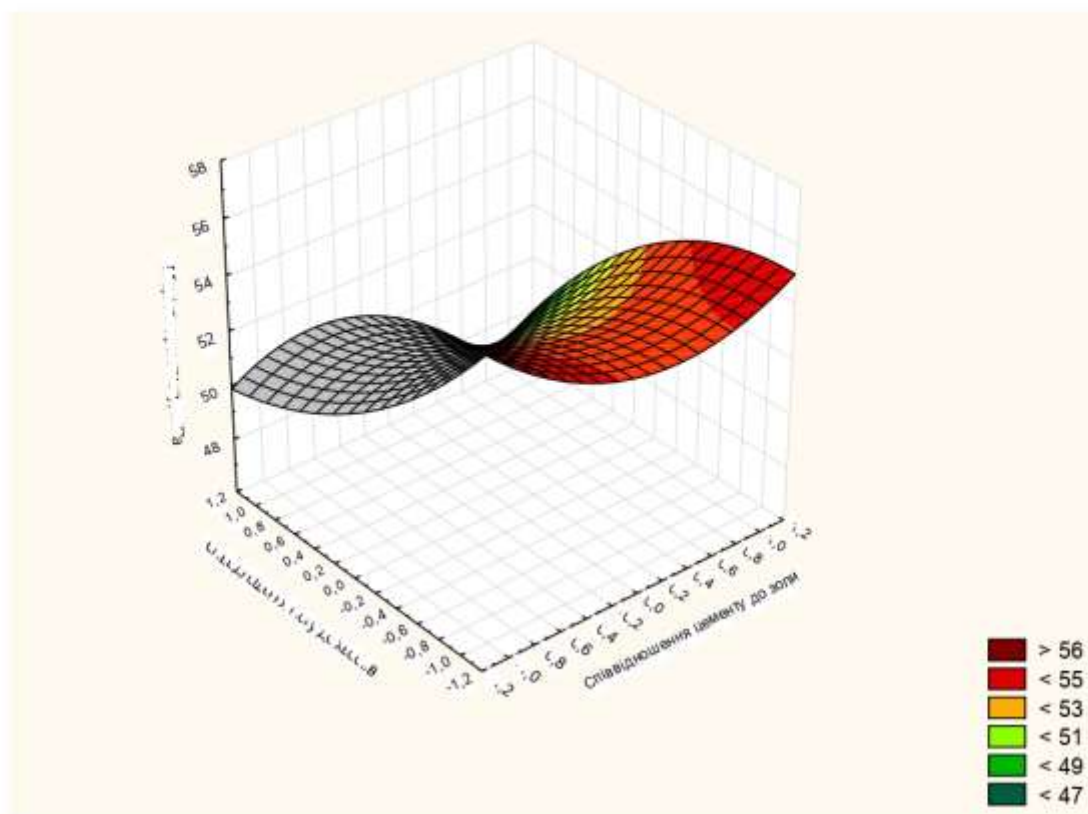


Рис. 5.2 Ізометрична поверхня впливу співвідношення цементу до золи та ступінь заміщення піску хвостами на міцність бетону

Аналіз поверхні впливу підтверджує показники аналізу рівняння. Як можемо спостерігати поверхня впливу має комплексний характер. Мінімальну міцність при стиску показує при повному заміщенні піску хвостами збагачення руд, але з зниженням кількості хвостів міцність декілька зростає. Очевидно, що хвости, хоча й мають активну поверхню й модуль крупності їх більше ніж піску, вони не мають достатню міцність зчеплення з цементним комнем. Це може бути пояснена тільки тим, що у складі хвостів є багато пиловидних частинок.

З зростанням співвідношення цементу до золи міцність бетону спочатку знижується, а потім зростає до 55 МПа. В такому разі зола сприяє ущільненню композита, що приводить до збільшення міцності бетону.

Рівняння (5.3) описує впливу ступеня заміщення піску хвостами та витрати добавки. Як можна спостерігати з рівняння витрати добавки має позитивний вплив на міцність бетону. Так з збільшенням витрат добавки міцність бетону, судячи з рівняння, повинна зростати. А ступінь заміщення піску хвостами має негативний характер на міцність при стиску. З зростанням кількості хвостів у суміші міцність при стиску повинна знижатися.

R

$$X2-1,95X3-3,3071X22-0,75X2X3+0,1094X32 \quad (5.3)$$

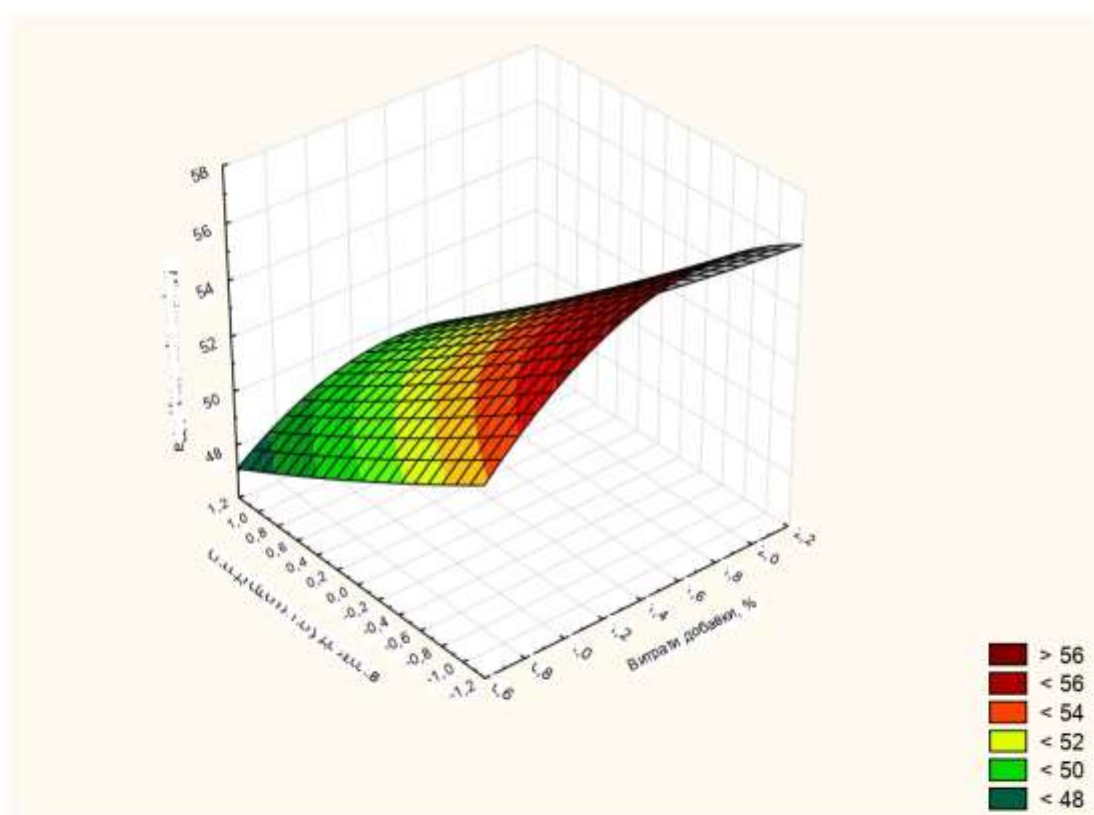


Рис. 5.3 Ізометрична поверхня впливу ступеня заміщення піску хвостами та витрат добавки на міцність бетону

Аналіз поверхні впливу доказує аналіз рівняння. Так з зростанням ступеня заміщення піску хвостами міцність знижується. При максимальному заміщенні піску хвостами збагачення руд міцність знижується до мінімального значення нижче ніж 48 МПа. При збільшенні витрат добавки у межах

експерименту міцність бетону при стиску зростає до 56 МПа. Це пояснюється тим, що добавка, як суперпластифікатор, сприяє ущільненню бетонної суміші.

5.3 Вплив вхідних параметрів на рухливість бетонної суміші

Хвости мокрого збагачення залізних руд мають рвану активну поверхню яка може знизити рухливість бетонної суміші, або збільшити водопотребу суміші. А летюча зола ТЕС подрібнена більше ніж цемент й тому має водопотребу у тричі більше ніж кварцовий пісок. Тому в роботі була досліджена вплив вхідних параметрів на рухливість бетонної суміші. За критерій рухливості був прийнятий осідання конусу Абрамса. У базовому складі бетону, що наведено у главі III $O_k = 2$ см.

Після обробки даних була одержана рівняння регресії, яка адекватно описує вплив вхідних параметрів на рухливість бетонної суміші. Рівняння (5.4) описує вплив співвідношення цементу до золи та ступінь заміщення піску хвостами на рухливість бетонної суміші.

О

К

$X_1 - 3,4X_2 + 0,33O_k - 0,44V_n - 0,15X_3 + 0,03O_k - 0,16O_k + 0,32$ (5.4) має негативний вплив на рухливість бетонної суміші. Це підтверджує, той факт, що зола – вивіснення має високу питому поверхню, тому потребує більше води для змішування. Коефіцієнт при X_3 також має знак мінус, що показує негативний вплив хвостів збагачення руд на рухливість бетонної суміші. Значення коефіцієнтів показує наскільки вплив має той чи інший параметр. Таким чином, можна констатувати, що на рухливість бетонної суміші хвости збагачення руд має більш виражений вплив ніж співвідношення цементу до золи – вивіснення.

На рис. 5.4 наведено графічне зображення рішення рівняння регресії

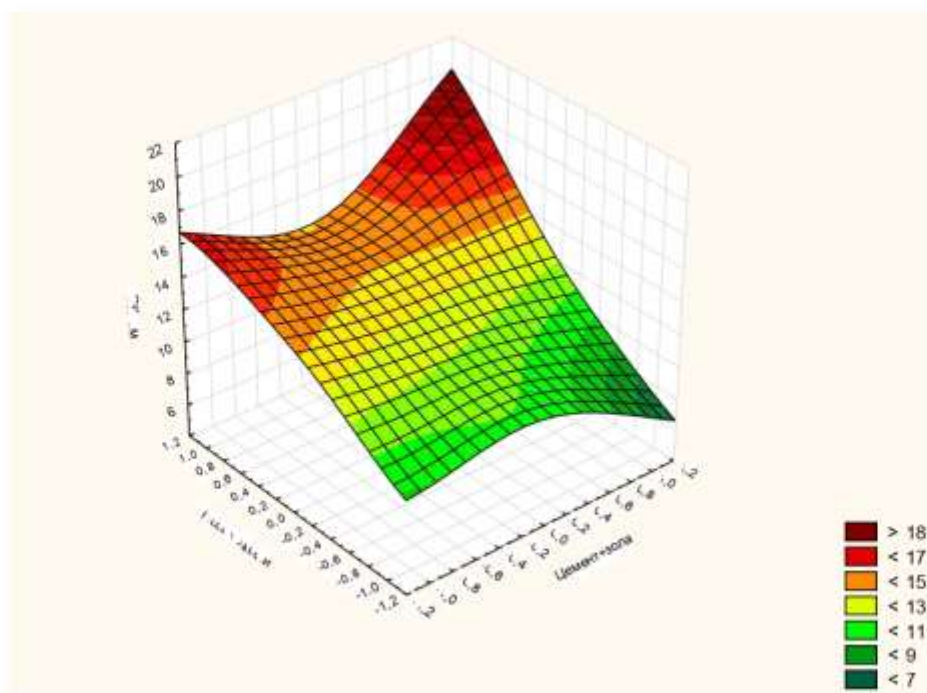


Рис. 5.4 Ізометрична поверхня впливу співвідношення цементу та золи та ступеня заміщення піску хвостами на рухливість бетонної суміші

Аналізуючи графічне зображення можемо констатувати, що з збільшенням ступеня заміщення піску хвостами збагачення руд рухливість бетонної суміші знижується. Так при повному заміщенні піску хвостами збагачення осідання конусу знижується до дев'яти ОК= 9 см. При повному відсутності хвостів, при незмінних інших параметрів, рухливість досягає до ОК=16 см.

Це підтверджує той факт, що хвости маючи дуже активну поверхню, сприяють збільшенню сил тертя між заповнювачами, що призводить до зниження рухливості суміші.

З збільшенням співвідношення цементу і золи – винесення рухливість суміші спочатку зростає, а потім знижується. Цей феномен можна пояснити тим, що зола – винесення, хоча й має більшу питому поверхню, сприяє

зниженню тертя між компонентами суміші, але з збільшенням її кількості, збільшується водопотребу бетону.

Рівняння регресії (5.5) описує вплив на рухливість бетонної суміші витрати добавки – пластифікатору та співвідношення цементу й золи – винесення.

О
К

Аналіз рівняння регресії показує негативний вплив співвідношення цементу до золи – винесення на рухливість бетонної суміші. Як це було встановлено при аналізі рівняння регресії 5.4 збільшення кількості золи має незначну але негативний вплив на рухливість бетонної суміші, на що вказує і знак коефіцієнта при X_1 . Витрати добавки – пластифікатора має позитивний вплив на рухливість бетонної суміші, на що вказує знак при коефіцієнті X_2 . Як і в рівнянні 5.4 значення коефіцієнта показує на значимості впливу параметру.

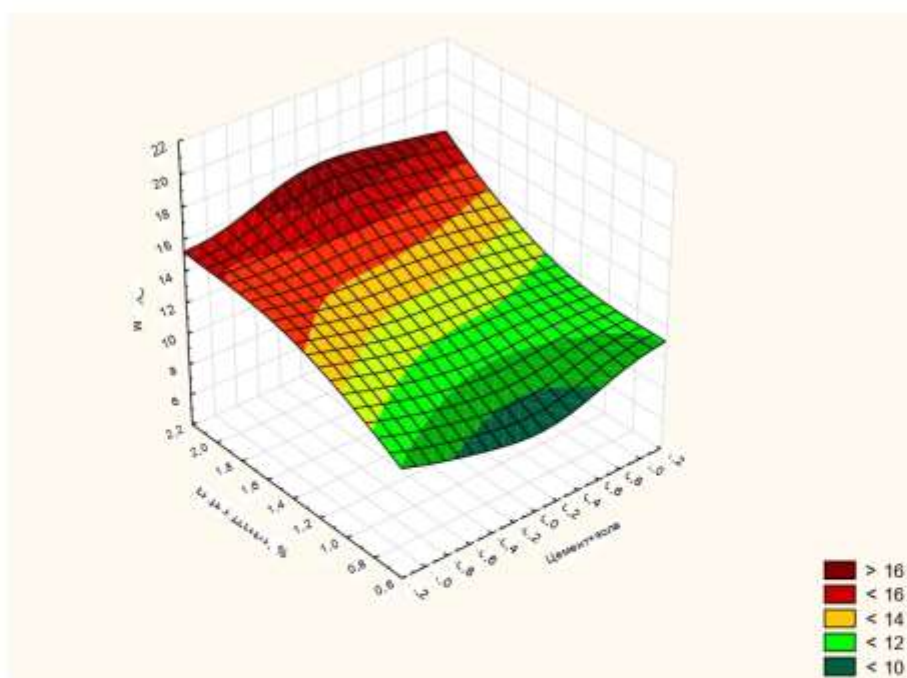


Рис 5.5. Ізометрична поверхня впливу співвідношення цементу і золи витрати добавки на рухливість бетонної суміші

Аналіз графіків сумісного впливу співвідношення цементу й золи – винесення та витрат добавки показує, що з збільшення витрат добавки, як і слід очікувати, збільшується. Цей факт не потребує додаткових пояснень. Максимальна рухливість показує при витрат добавки у кількості 2% від маси цементу і складає $OK = 16$ см. Мінімальна рухливість бетонної суміші при мінімальній кількості добавки і дорівнює $OK = 7$ см. Як і попередніх аналізах впливу золи – винесення на рухливість бетонної суміші, з зростанням співвідношення цементу і золи – винесення рухливість декілька знижується.

Рівняння (5.6) описує сумісний вплив витрат добавки та ступеня заміщення піску хвостами мокрого збагачення руд на рухливість бетонної суміш.

O
K

$$X_2 - 1,908X_3 - 0,76X_2 + 0,208X_2X_3 + 0,226X_3^2 \quad (5,6)$$

Аналіз рівняння регресії показує, що витрати добавки, як і раніше, має позитивний вплив на рухливість бетонної суміші, на вказує знак при коефіцієнтові X_2 . Значення коефіцієнту показує на значимість параметру. Так, вплив параметру X_2 на рухливість бетонної суміші значно вища ніж параметру X_3 , Ступінь заміщення піску хвостами збагачення, як і попередніх аналізах, має негативний вплив на рухливість бетонної суміші. При аналізі сумісного впливу співвідношення цементу і золи – винесення з ступенем заміщення піску хвостами коефіцієнт при X_3 більше трьох, при аналізі сумісного впливу витрат добавки та ступеня заміщення піску хвостами коефіцієнт дорівнює 1,9. Очевидно, що при наявності добавки негативний вплив параметру X_3 на рухливість бетонної суміші знижується. Цей факт можна пояснити тим, що добавка – пластифікатор сприяє зниженню сил тертя між компонентами бетонної суміші.

На рис. 5.6 наведено графічне зображення рішення рівняння регресії.

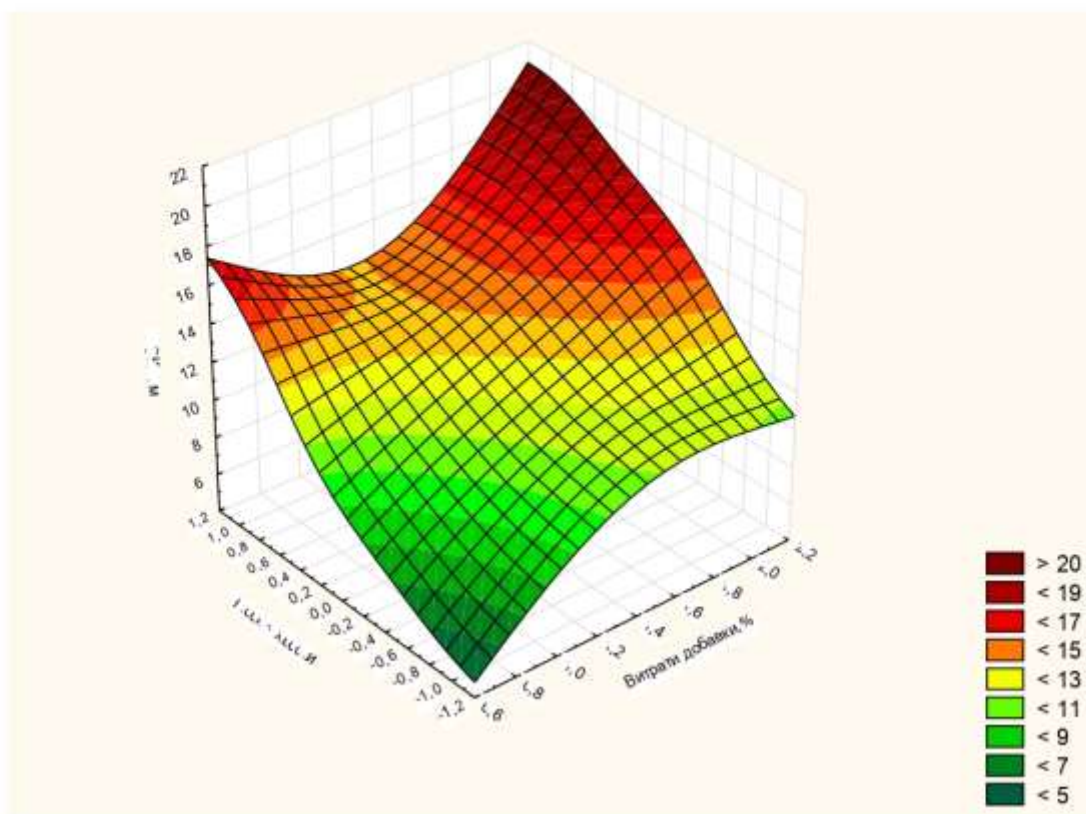


Рис. 5.6. Ізометрична поверхня впливу ступеня заміщення піску хвостами та витрати добавки на рухливість бетонної суміші

Аналізуючи графічне зображення можемо констатувати, що з збільшенням витрат добавки, як і слід очікувати, рухливість бетонної суміші збільшується. Так при витраті добавки в кількості 2% від маси цементу і при відсутності хвостів збагачення руд рухливість складає $OK = 21$ см. Наявність хвостів знижує рухливість поступово до $OK = 10$ см. При відсутності хвостів та при мінімальному витраті добавки рухливість складає $OK = 17$ см. Але при максимальному заміщенні піску хвостами та мінімальному витраті добавки рухливість $OK = 2$ см, як при базовому складі бетонної суміші.

РОЗДІЛ VI

ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

6.1 Загальні положення

Під час зведення будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглій до будівельного об'єкта території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За можливості впливу таких факторів необхідно розробити та реалізувати заходи відповідно до ДБН А.3.2-2-2009, інших нормативних документів, нормативно-правових актів.

Вимоги до заходів із забезпечення безпеки праці необхідно зазначити у проектно-технологічній документації - проектах організації будівництва - ПОБ, проектах виконання робіт - ПВР. Виконання будівельно-монтажних робіт без ПВР забороняється.

Організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам:

- законодавства України про охорону праці;
- природоохоронного законодавства;
- нормативно-правових актів, що містять вимоги з охорони праці;
- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державних будівельних норм (ДБН);
- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;

- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці, що затверджені у визначеному порядку;

- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

Організація виконання робіт з приготування цементобетонних сумішей

повинна відповідати вимогам ДБН А.3.2-2-2009 та ГОСТ 12.3.002[55].

Під час приготування, подавання, укладання і догляду за бетоном, заготовлення, монтажу арматури, а також монтажу та демонтажу опалубки повинні бути вжиті заходи із запобігання впливу на працюючих таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- розташування робочих місць поблизу перепаду по висоті до 1,3 м і більше;

- машини, що рухаються, та предмети, що ними переміщуються;

- обвалення елементів будівельних конструкцій і опалубки;

- підвищена температура арматури (під час виконання робіт із попереднього термонапруження арматури);

- шум і вібрація, недостатня освітленість робочого місця;

- несприятливі метеорологічні умови;

- підвищена напруга в електричному колі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

Цемент для виконання бетонних робіт необхідно зберігати в силосах, бункерах, ларях, інших закритих ємностях, запобігаючи розпиленню під час завантаження і вивантаження. Завантажувальні отвори повинні бути закриті захисними ґратами, а ґрати закриті на замок.

Цементобетонні суміші повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-96.

Обладнання, яке застосовується для виготовлення цементобетонних сумішей, повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003 і ГОСТ 12.2.011.

При виконанні робіт з приготування цементобетонних сумішей можливий вплив таких небезпечних та шкідливих виробничих факторів:

- машини та механізми, що рухаються, рухливі частини виробничого обладнання (дозатори, бетонозмішувачі, гідроприводи, насоси);
- підвищена запиленість повітря при вантажно-розвантажувальних та транспортних роботах;
- підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці;
- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- токсичність вихідних матеріалів та хімічних добавок;
- недостатнє освітлення робочої зони.

Гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, які утворюються в процесі виробництва цементобетонних сумішей, не повинна перевищувати норм, передбачених ГОСТ 12.1.005 та ГОСТ 12.1.007. Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), що використовуються при проектуванні виробничих будівель, технологічних процесів, обладнання, вентиляції та, для контролю за якістю виробничого середовища та профілактики несприятливого впливу на здоров'я працюючих.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони підлягає систематичному контролю для попередження можливості перевищення гранично допустимих концентрацій - максимально разових робочої зони ($ПДК_{\text{мр.рз}}$) і середньозмінних робочої зони ($ПДК_{\text{ср.рз}}$).

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин різноспрямованої дії залишаються такими ж, як і при ізольованому впливі.

При одночасному вмісті в повітрі робочої зони декількох шкідливих речовин односпрямованої дії (за висновком органів державного санітарного нагляду) відношення фактичних концентрацій кожної з них (K_1, K_2, \dots, K_n) у повітрі до їх ГДК ($\text{ГДК}_1, \text{ГДК}_2, \dots, \text{ГДК}_n$) не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{K_1}{\text{ГДК}_1} + \frac{K_2}{\text{ГДК}_2} + \dots + \frac{K_n}{\text{ГДК}_n} \leq 1 \quad (6.1)$$

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт на виробничих базах та цементобетонних заводах слід дотримуватись вимог ГОСТ 12.3.009 і ГОСТ 12.3.020.

Пожежна безпека на робочих місцях та ділянках повинна забезпечуватись виконанням вимог ГОСТ 12.1.004, НАПБ А.01.001.

Електробезпека на робочих місцях та ділянках повинна забезпечуватись виконанням вимог ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.1.030, ГОСТ 12.1.038, НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32[55].

Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, еквівалентні рівні звуку на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємств повинні прийматися згідно з ДСН 3.3.6.037-99[56].

Параметри постійного шуму на робочих місцях, що нормуються, є рівнями звукових тисків у октавних смугах з середньгеометричними частотами 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц в децибелах, які визначаються за формулою:

$$L = 20 \lg P/P_0 \quad (6.2)$$

де: P - середньоквадратичне значення звукового тиску у кожній октавній смузі, Па;

P_0 - вихідне значення звукового тиску у повітрі, що дорівнює $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Вібраційні навантаження, що виникають на робочих місцях, повинні відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.1.012 і ДСН 3.3.6.039. Допустимі параметри (віброшвидкості, віброприскорення, вібраційне навантаження) виробничої вібрації (загальної, локальної), що нормуються, приймаються відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.1.012[56].

Обмеження часу впливу вібрації повинно здійснюватися шляхом встановлення для осіб вібронебезпечних професій змінного режиму праці, реалізованого в технологічному процесі. Режим праці повинен встановлюватися при показнику перевищення вібраційного навантаження на оператора не менше 1 дБ (в 1,12 рази), але не більше 12 дБ (в 4 рази). При показнику перевищення більше 12 дБ (у 4 рази) забороняється проводити роботи і застосовувати машини, що генерують таку вібрацію.

6.2 Вимоги до технологічних процесів

Вимоги до технологічного процесу повинні бути викладені в проектно-технологічній документації (проекти виконання робіт, технологічний процес).

Технологічні процеси з приготування цементобетонних сумішей мають виконуватись відповідно до правил технічної експлуатації обладнання, що використовується, машин та механізмів, з дотриманням вимог, що забезпечують захист працюючих від впливу небезпечних та шкідливих факторів.

Розміщення обладнання повинно забезпечувати безпеку та зручність його обслуговування та можливість евакуації працюючих. Обладнання, яке створює підвищений рівень шуму, необхідно розташовувати в окремих

приміщеннях або поміщати в звукоізолюючі кожухи. Робочі місця операторів (у шумних приміщеннях) повинні бути розташовані у звукоізолюючих кабінах. Пульти управління повинні розміщуватись у приміщенні, зручному та безпечному для спостереження за обладнанням технологічного процесу.

Робочі місця повинні відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.2.061, бути забезпечені засобами для прибирання, а також аптечками з необхідним складом медикаментів та нейтралізуючих речовин. У небезпечних зонах, а також на обладнанні повинні бути встановлені знаки безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026, ДСТУ ISO 6309 та огорожі згідно з ГОСТ 12.2.003.

Безпека процесу приготування цементобетонних сумішей має забезпечуватися:

- автоматизацією та механізацією технологічних операцій;
- герметизацією обладнання;
- веденням процесів відповідно до технологічного регламенту;
- використанням, при можливості, нешкідливих речовин.

Процеси приготування цементобетонних сумішей повинні бути організовані таким чином, щоб виключити забруднення навколишнього середовища (повітря, ґрунту та водойм) шкідливими речовинами та відходами від виробництва. Такі відходи повинні бути знешкоджені відповідними засобами.

До обслуговування обладнання, яке застосовується для приготування цементобетонних сумішей, допускаються професійно підготовлені робітники не молодше 18 років, які мають кваліфікаційне посвідчення на право управління відповідним обладнанням.

6.3 Вимоги до вихідних матеріалів

Вихідна сировина та хімічні добавки, що використовуються для виробництва цементобетонних сумішей, повинні відповідати вимогам чинної нормативної документації.

Хімічні добавки, які надходять на підприємство, повинні супроводжуватись документом, що засвідчує їх якість, містить перелік складових компонентів з наведенням відсоткового вмісту небезпечних речовин та летких частинок. Кам'яні матеріали і пісок зберігають на відкритих майданах, цемент - у бункерних або силосного типу складах.

Для приготування хімічних добавок передбачаються спеціальні приміщення (відділення) на території виробничої бази чи заводу. При роботі з хімічними добавками слід дотримуватись вимог ДСТУ. [55].

За ступенем впливу на організм шкідливі речовини підрозділяються на чотири класи безпеки:

- 1-й - речовини надзвичайно небезпечні;
- 2-й - речовини високонебезпечні;
- 3-й - речовини помірно небезпечні;
- 4-й - речовини малонебезпечні.

Клас безпеки шкідливих речовин встановлюють залежно від норм і показників, наведених у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Залежність класу безпеки від норм та показників

Найменування показника	Норма для класу безпеки			
	1-го	2-го	3-го	4-го
Гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг / куб.м	менше 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Більше 10,0

Середня смертельна доза при введенні в шлунок, мг / кг	Менше 15	15-150	151-5000	Більше 5000
Середня смертельна доза при нанесенні на шкіру, мг / кг	Менше 100	100- 500	501-2500	Більше 2500
Середня смертельна концентрація в повітрі, мг /м ³	Менше 500	500- 5000	5001- 50000	Більше 50000
Коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння (КВІО)	Більше 300	300-30	29-3	Менше 3
Зона гострої дії	Менше 6,0	6,0- 18,0	18,1-54,0	Більше 54,0
Зона хронічної дії	Більше 10	10,0- 5,0	4,9-2,5	Менше 2,5

Приміщення, в яких здійснюються роботи з приготування хімічних добавок, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією.

Гранично допустима концентрація цементного пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м³.

Транспортування цементу зі складу слід проводити з повною герметизацією всієї траси. Подання розчинів хімічних добавок з дозатора в змішувальні машини має здійснюватися автоматично.

Дозувальна апаратура повинна бути надійно герметизовано. Подання матеріалів, що виділяють пил, у дозувальні машини повинно проводитися рівномірно. Змішування компонентів хімічних добавок має відбуватися в дозаторі з водою безпосередньо перед поданням їх до змішувальних машин.

У місцях приготування водних розчинів хімічних добавок повинні бути вивішені інструкції з безпеки праці та надання першої невідкладної допомоги потерпілим.

Бункерні та силосного типу склади повинні мати в перекриттях люки з міцними кришками, що зачиняються на замок. Спуск працюючих у бункери та силосні склади висотою більше 3 м допускається лише у підвісних підйомних колісках із застосуванням страхувального тросу та наявності осіб, що страхують працюючих.

6.4 Вимоги охорони праці при роботі з бетонозмішувачем

6.4.1 Загальні положення

До роботи на бетонозмішувачі допускаються робітники, які досягли 18-річного віку та пройшли попередній медичний огляд, спеціальне навчання і мають посвідчення на право керування розчино-бетонозмішувачами і не нижче першої кваліфікаційної групи з електробезпеки, а також пройшли вступний інструктаж з охорони праці, пожежної безпеки і інструктаж на робочому місці.

Моторист бетонозмішувача зобов'язаний:

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку і вказівки майстра (виконроба);
- користуватися виданим спецодягом, спецвзуттям та запобіжними пристосуваннями, а знаходячись на будівельному майданчику, - захисною каскою;
- пам'ятати про особисту відповідальність за дотримання правил охорони праці та безпеку товаришів по роботі;
- виконувати тільки ту роботу, по якій проінструктований і допущений майстром (виконробом);
- не виконувати розпоряджень, якщо вони суперечать правилам охорони праці;
- не допускати присутності на робочому місці сторонніх осіб;

- надавати першу медичну допомогу потерпілому від нещасних випадків на виробництві, вжити заходів щодо усунення порушень правил охорони праці.

Робочі місця повинні бути забезпечені випробуваними інвентарними огорожами, захисними і запобіжними пристроями і пристосуваннями (столиками), виготовленими за типовими проектами і встановленими згідно з планом виконання робіт.

Забороняється проводити роботи в неосвітлених або затемнених місцях. Робоче місце має бути зверху захищене козирком або настилом і мати звукову або світлову сигналізацію.

На моториста бетонозмішувача можуть діяти небезпечні та шкідливі виробничі фактори: ураження електричним струмом, обертові частини механізмів, падіння предметів, підвищена запиленість робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці та інші.

Моторист бетонозмішувача отримує індивідуальні запобіжні пристосування, користуватися якими дозволяється тільки після проходження спеціального інструктажу:

- респіратор ШБ-1, «Пелюсток»;
- захисні окуляри «Моноблок-2»;
- діелектричні і гумові рукавички;
- протишумові навушники.

Моторист бетонозмішувача повинен знати:

- пристрій механізмів і вузлів, встановлених на робочих місцях;
- правила технічної експлуатації кожного виду механізмів, що обслуговуються або машин;

- найпростіші заходи по усуненню несправностей і дефектів обладнання і безпечні способи їх налагодження або ремонту;

- безпечні способи виконання допоміжних робіт - чистка машин, прибирання робочого місця і т. п.;

- безпечні методи роботи в бункерах[57].

6.4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи моторист бетонозмішувача зобов'язаний:

- ознайомитися з записами моториста попередньої зміни в журналі прийому-здачі змін;

- оглянути робоче місце, прибрати непотрібні предмети і матеріали, звільнити проходи;

- перевірити справність всіх вузлів механізму, оглянути внутрішню поверхню барабана переконатися у справності лопатей, відсутності в барабані сторонніх предметів.

Перед пуском змішувальної установки необхідно заздалегідь перевірити наявність огорожень на її обертових частинах, передачах, перевірити наявність заземлення.

При виявленні несправності повідомити майстра (виконроба) і викликати чергового слюсаря.

До завантаження барабана заповнювачами призвести пробний пуск механізму вхолосту, при цьому перевірити:

- правильність напрямку обертання;

- безперешкодне перекидання барабана і безперешкодне повернення в попереднє положення;

- надійність стопорного пристрою;
- щільність і надійність болтових з'єднань;
- стан всіх захисних огорожень;
- чи немає сторонніх шумів в роботі механізму.

Пробний пуск механізму приводити тільки за допомогою кнопок управління на щиті змішувального відділення.

Бетонозмішувач слід включати після повного завантаження матеріалами[57].

6.4.3 Вимоги безпеки під час виконання роботи

Під час роботи бетонозмішувача моторист зобов'язаний слідкувати, щоб завантаження проводилася при поверненні барабана у вихідне положення і установці його на стопор, а вивантаження при негайному спрацюванні стопора, щоб не перегрівалися редуктори, електродвигуни, підшипники, котки, ролики, не було заклинювання барабана, шарнірів, котків.

Очищення приймачів для завантажувальних ковшів змішувальних машин допускається тільки після надійного закріплення ковша в піднятому положенні. Перебування робочих під піднятим і незакріпленим ковшем не допускається. Працюючий бетонозмішувач не залишати без нагляду.

При несправності в механізмі негайно його зупинити і не приступати до роботи до повного усунення несправностей черговим слюсарем.

Мотористові бетонозмішувача забороняється:

- проводити різного роду ремонт і обслуговування механізму на ходу;
- очищати бункер або барабан на ходу;
- знімати захисні огороження;

- відлучатися з робочого місця до повної зупинки і відключення механізму;
- завантажувати барабан матеріалами при знятій сітці[57].

6.4.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після закінчення робіт бетонозмішувач необхідно відключити від електромережі і замкнути пусковий рубильник на замок.

Щоб уникнути випадкового включення необхідно перед очищенням вилучити з ланцюга управління установки вилку розриву, а на пускач вивісити попереджувальний напис: «Не включати - працюють люди».

Бетонозмішувач необхідно очистити від застиглому розчину або бетону. Очищення барабана слід виконувати під безпосереднім наглядом майстра або виконроба.

При виробництві робіт з очищення всередині змішувального барабана необхідно:

- поставити переносне освітлення зі справною ізоляцією проводів і напругою в мережі не більше 12 В, причому електрична лампочка повинна бути захищена металеву сіткою;
- надягти черговий водонепроникний спецодяг і гумові чоботи, захисні окуляри та рукавиці.

Протерти і змазати частини механізмів, що стираються. Привести в порядок робоче місце, видалити будівельне сміття і сторонні предмети з проходів. Очистити від пилу і забруднень спецодяг та спецвзуття. Про всі неполадки під час роботи повідомити майстра (виконроба).

6.5 Охорона праці при роботі на пресах

6.2.1.1. Дія інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства.

6.2.1.2. За даною інструкцією робітник, що виконує ковальські роботи на молотах та гідропресах (далі штампувальник) інструктується перед початком роботи (первинний інструктаж), а потім через кожні 3 місяці (повторний інструктаж).

Результати інструктажу заносяться в «Журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці», в журналі після проходження інструктажу повинен бути підпис особи, яка інструктує, та штампувальника.

6.2.1.3. Власник повинен застрахувати штампувальника від нещасних випадків та професійних захворювань.

В разі пошкодження здоров'я штампувальника з вини власника, він (штампувальник) має право на відшкодування заподіяної йому шкоди.

6.2.1.4. За невиконання даної інструкції штампувальник несе дисциплінарну, матеріальну, адміністративну та кримінальну відповідальність.

6.2.1.5. До самостійного виконання штампувальних робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд та спеціальне навчання для роботи на пресах, вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці та інструктаж з питань пожежної безпеки.

Інструкція з безпечної експлуатації преса повинна бути вивішеною на робочому місці.

6.2.1.6. Штампувальник повинен:

6.2.1.6.1. Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.

6.2.1.6.2. Користуватися спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту.

6.2.1.6.3. Пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та безпеку товаришів по роботі.

6.2.1.6.4. Виконувати тільки ту роботу по якій проінструктований та яка доручена керівником робіт.

6.2.1.6.5. Не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце.

6.2.1.6.6. Вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим при нещасних випадках.

6.2.1.6.7. Вміти користуватись первинними засобами пожежегасіння.

6.2.1.6.8. Утримувати в чистоті своє робоче місце.

6.2.1.6.9. Не виконувати вказівки, які суперечать правилам безпеки.

6.2.1.7. Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть діяти на штампувальника.

- захаращення робочого місця;
- відсутність спеціальних пристроїв, інструменту, пристосувань;
- частини металу, що відлітають;
- гострі кромки, краї, задирки заготовок, деталей та виробів;
- термічні фактори;
- підвищені рівні шуму, вібрації.

6.2.1.8. Місце виконання штампувальних робіт повинно бути оснащено устаткуванням, пристроями та інструментом згідно з нормативно-технологічною документацією.

6.2.1.9. Штампувальник забезпечується спецодягом:

- костюм бавовняний;
- рукавиці комбіновані.

6.2.1.10. Поверхня пускової педалі повинна бути плоскою і неслизькою. Висота педалі над рівнем підлоги не повинна перевищувати 120 мм.

6.2.1.11. Пускова педаль повинна мати огороження чи інший запобіжний пристрій, який запобігає випадковому включенню преса.

6.2.1.12. Електродвигун для індивідуального приводу преса повинен мати кнопкове пускове пристосування і пристосування для зупинки і, крім того індивідуальний рубильник для включення преса під час ремонту, доведення штампу і в інших випадках.

6.2.1.13. Преси повинні мати спеціальні запобіжники, які зупиняють прес при його перевантаженні в будь-якому положенні.

6.2.1.14. Преси повинні також мати запобіжні пристрої, які б не допускали пошкодження рук діючими штампами.

6.2.1.15. Преси повинні мати гальмівні пристрої, які б запобігали самовільному опусканню повзуна після виключення преса.

6.2.1.16. Штампи повинні бути закритого типу в усіх випадках, коли це можливо по умовам обробки деталей, щоб між матрицею і пуансоном не попадали пальці працюючого.

6.2.1.17. Подача заготовок і стрічки повинна бути в усіх випадках механізованою, коли це можливо по умовам виробництва.

6.2.1.18. Під час механізованої подачі стрічки і заготовок на матрицю необхідно обладнати огороження чи інше пристосування для запобігання попаданню рук під пуансон.

6.2.1.19. Штампи відкритого типу можуть допускатися в експлуатацію, як виняток. Небезпечна зона цих штамсів повинна мати огороження, для запобігання попадання рук в цю зону.

6.2.1.20. Встановлення на преси штампів з направляючими колонками, які виходять з втулок забороняється.

6.2.1.21. Штампи повинні надійно закріплюватись на столах пресів за допомогою спеціальних болтів, скоб і мірних підкладок.

6.2.1.22. Всі обертаючі частини преса, які знаходяться на висоті 2,5 м від підлоги і нижче, повинні бути надійно огорожені.

6.2.1.23. Під час роботи штампувальник крім даної інструкції повинен керуватися інструкцією з безпечної експлуатації преса заводу-виготовлювача.

6.6. Вимоги безпеки перед початком роботи

6.2.2.1. Одягнути спецодяг і застібнути його на всі гудзики. Волосся сховати під головний убір.

6.2.2.2. Одержати завдання від керівника робіт.

6.2.2.3. Перевірити і впевнитись в справності:

6.2.2.3.1. Всіх частин преса і правильності їх взаємодії.

6.2.2.3.2. Дії зупиночно-пускових пристроїв (важелів, пускових кнопок, педалей та інше).

6.2.2.3.3. Дію гальм і муфти зчеплення.

6.2.2.3.4. Заземлюючого проводу і контактів його з'єднання.

6.2.2.3.5. Впевнитись в правильності встановлення штампа при штампуванні деталей на провал; в цьому випадку в плиті стола преса повинен бути отвір для виходу деталей та відходів.

6.2.2.4. Перевірити наявність огорожень на обертаючих механізмах, особливо звернувши увагу на наявність захисного огороження небезпечної зони преса чи штампа (рухомі і нерухомі решітки, щитки та екрани).

6.2.2.5. Перевірити справність ручного інструменту (пінцетів магнітних і простих, гачків та інше), який передбачений технологією для виконання даної операції.

6.2.2.6. Перевірити роботу преса на холостому ході.

6.2.2.7. Перевірити плавність руху повзуна і роботу педалі, справність гальмівного пристрою, правильність роботи запобіжних пристроїв, встановлення штампів (надійність кріплення його на столі преса, щоб направляючі втулки не виходили за межі направляючих колонок при верхньому положенні повзуна; якщо це неможливо, то необхідно прослідкувати наявність телескопічного огороження колонок і втулок).

6.2.2.8. Перевірити правильність регулювання захисних решіток відповідно з висотою площини матриці чи пуансона на столі преса; перевірити точність встановлення матриць і пуансонів при відсутності на штампі колонок.

6.7. Вимоги безпеки під час виконання роботи

6.2.3.1. Включати прес на робочий хід тільки після того, як заготовка буде правильно вкладена в штамп, а руки виведені з небезпечної зони.

Під час руху преса не можна поправляти заготовку.

6.2.3.2. Під час штампування деталей з довгих стрічок, необхідно користуватися технологічними підставками і авто подавальниками для стрічок.

6.2.3.3. Під час укладання заготовки, зняті відштампованої деталі і відходів за допомогою пінцета, пінцет необхідно тримати по можливості ближче до кінця рукоятки, щоб рука знаходилась за межею небезпечної зони штампа.

6.2.3.4. Якщо деталь застрягла в штампі необхідно виключити прес і повідомити про це керівника робіт.

6.2.3.5. Під час укладання заготовки і зняття деталі з штампа не тримати ногу на педалі включення преса.

6.2.3.6. Необхідно слідкувати за тим, щоб педаль преса була огорожена і не виникло самовільне включення преса від випадково упавших на неї деталі чи інструмента.

6.2.3.7. Включення пускової кнопки чи педалі преса необхідно виконувати до відказу, щоб не викликати подвоєного ходу повзуна.

6.2.3.8. Укладання виробів на штамп і зняття їх з штампа виконувати тільки при повній зупинці повзуна в верхньому положенні.

6.2.3.9. Не можна самовільно переключати роботу преса з встановленого керівником робіт режиму.

6.2.3.10. Заклинювати пускові кнопки включення забороняється.

6.2.3.11. Ручна подача матеріалу на матрицю при штампуванні окремих заготовок допускається у разі:

6.2.3.11.1. Наявності штампа закритого типу.

6.2.3.11.2. Відсутності необхідності під час роботи вводити руки в

Відкриту робочу зону під час руху пуансона

6.2.3.11.3. Наявності захисних пристроїв, які не допускають пошкодження рук робітника.

6.2.3.11.4. Застосування спеціального інструмента, що виключає можливість введення рук працюючого в зону руху пуансона (пінцети, щипці, гачки і інше).

Застосування вказаних інструментів допускається тільки в тих випадках, коли виконання вищевказаних заходів технічно не можливе.

6.2.3.12. Під час штампування з окремих заготовок з ручною подачею їх на матрицю, робота преса самоходом (безперервна робота) не допускається.

6.2.3.13. Під час штампування з листового матеріалу ручне подавання матеріалу на матрицю допускається тільки при наявності направляючої лінійки і упорів на штампі.

Для довгих листів крім того повинні застосовуватись роликові столи (рольганги).

6.2.3.14. Під час штампування з стрічкового матеріалу ручне подавання смуги на штамп відкритого типу допускається за умов нерухомого огороження небезпечної зони, наявності столика з направляючою лінійкою і роликами чи направляючих скоб.

6.2.3.15. Під час ручного подавання листа і смуги на штампи відкритого типу робота повинна бути організована таким чином, щоб в кінці подачі листа і смуги не було необхідності вводити руки працюючого в небезпечну зону.

6.2.3.16. Не дозволяється самовільно виконувати налагодження та інші будь-які виправлення у преса чи штампа.

6.2.3.17. Технічне змащення робочих частин штампа і листового металу виконувати тільки спеціальними щітками без введення рук в небезпечну зону штампа і тільки після зупинки преса.

6.2.3.18. Не дозволяється залишати інструмент та інші предмети на столі преса; спиратися на прес; передавати чи приймати будь-що через небезпечну зону штампа.

6.2.3.19. Не дозволяється застосовувати для сидіння ящики та інші випадкові предмети. В необхідних випадках працювати сидячи, треба користуватися гвинтовим сидінням з спинкою.

6.2.3.20. Прибирання преса і штампа, а також змащення механізмів преса виконувати тільки при виключеному електродвигуні і повній зупинці маховика.

6.2.3.21. Під час роботи в вечірню і нічну зміну освітлення робочого місця повинно бути направлене справа від себе.

6.2.3.22. Відходи від штампування необхідно складати в відповідну тару.

6.2.3.23. У разі необхідності відлучення з робочого місця необхідно зупинити прес і виключити електродвигун.

6.8. Вимоги безпеки після закінчення роботи

6.2.4.1. Зупинити прес; відключити електродвигун від електромережі.

6.2.4.2. Прибрати робоче місце; інструменти, пристосування покласти у відведене для них місце.

6.2.4.3. Зняти спецодяг і покласти у відповідне місце.

6.2.4.4. Помити руки, обличчя з милом; при можливості прийняти душ.

6.2.4.5. Доповісти керівникові робіт про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

6.9. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

6.2.5.1. Аварійна ситуація та нещасні випадки при штампувальних роботах можуть бути у разі: відсутності необхідних огорож та запобіжних пристосувань, несправності блокувань, несправності важелів управління, ураження електричним струмом та інше.

6.2.5.2. Під час виникнення такої ситуації необхідно відключити прес від електромережі, огородити небезпечну зону; не допускати в неї сторонніх осіб; повідомити про те, що сталося, керівника робіт.

6.2.5.3. Якщо є потерпілі надати їм першу медичну допомогу; при необхідності викликати швидку медичну допомогу.

6.2.5.4. Надання першої медичної допомоги.

6.2.5.4.1. Перша допомога при ураженні електричним струмом.

У разі ураження електричним струмом необхідно негайно звільнити потерпілого від дії електричного струму, відключивши електроустановку від джерела живлення, а при неможливості відключення – відтягнути його від струмоведучих частин за одяг або застосувавши підручний ізоляційний матеріал.

У разі відсутності у потерпілого дихання і пульсу необхідно робити йому штучне дихання і непрямий (зовнішній) масаж серця, звернувши увагу на зіниці. Розширені зіниці свідчать про різке погіршення кровообігу мозку. При такому стані необхідно негайно приступити до оживлення потерпілого і викликати швидку медичну допомогу.

6.2.5.4.2. Перша допомога при пораненні.

Для надання першої допомоги при пораненні необхідно розкрити індивідуальний пакет, накласти стерильний перев'язочний матеріал, що міститься у ньому на рану і зав'язати її бинтом.

Якщо індивідуального пакету якимсь чином не буде, то для перев'язки необхідно використати чисту носову хустинку, чисту полотняну ганчірку і т. ін. На те місце ганчірки, що приходить безпосередньо на рану, бажано накапати декілька капель настойки йоду, щоб одержати пляму розміром більше рани, а після нього накласти ганчірку на рану. Особливо важливо застосовувати настойку йоду зазначеним чином при забруднених ранах.

6.2.5.4.3. Перша допомога при переломах, вивихах, ударах.

При переломах і вивихах кінцівок необхідно пошкоджену кінцівку укріпити шиною, фанерною пластикою, палицею, картоном або іншим подібним предметом.

Пошкоджену руку можна також підвісити за допомогою перев'язки або хустки до шиї і прибинтувати до тулуба.

При переломі черепа (несвідомий стан після удару голови, кровотеча з вух або рота) необхідно прикласти до голови холодний предмет (грілку з льодом або снігом, чи холодною водою) або зробити холодну примочку.

При підозрінні перелому хребта необхідно потерпілого покласти на дошку, не підіймаючи його, чи повернути потерпілого на живіт обличчям униз, наглядаючи при цьому, щоб тулуб не перегинався, з метою уникнення ушкодження спинного мозку.

При переломі ребер, ознакою якого є біль при диханні, кашлю, чханні, рухах, необхідно туго забинтувати груди чи стягнути їх рушником під час видиху.

6.2.5.4.4. Перша допомога при опіках кислотами і лугами.

При попаданні кислоти або лугу на шкіру, ушкоджені ділянки необхідно ретельно промити цівковою води на протязі 15-20 хвилин, після цього пошкоджену кислотою поверхню обмити 5%-ним розчином питної соди, а обпечену лугом - 3%-ним розчином борної кислоти або розчином оцтової кислоти.

При попаданні на слизову оболонку очей кислоти або лугу необхідно очі ретельно промити цівковою води протягом 15-20 хвилин, після цього промити

2%-ним розчином питної соди, а при ураженні очей лугом - 2%-ним розчином борної кислоти.

При опіках порожнини рота лугом необхідно полоскати 3%-ним розчином оптової кислоти або 3%-ним розчином борної кислоти, при опіках кислотою - 5%-ним розчином питної соди.

При попаданні кислоти в дихальні шляхи необхідно дихати розпиленням за допомогою пульверизатора 10%-ним розчином питної соди, при попаданні лугу - розпиленням 3%-ним розчином оцтової кислоти.

6.2.5.4.5. Перша допомога при теплових опіках.

При опіках вогнем, парою, гарячими предметами, ні в якому разі не можна відкривати бульбашки, які утворюються, та обв'язувати опіки бинтом.

При опіках першого ступеня (почервоніння) обпечене місце обробляють ватою, змоченою етиловим спиртом.

При опіках другого ступеня (пухирі) обпечене місце обробляють спиртом, 3%-ним марганцевим розчином або 5%-ним розчином таніну.

При опіках третього ступеня (зруйнування шкіряної тканини) накривають рану стерильною пов'язкою та викликають лікаря.

6.2.5.4.6. Перша допомога при кровотечі.

Для того, щоб зупинити кровотечу, необхідно:

- підняти поранену кінцівку вгору;

- кровоточиву рану закрити перев'язочним матеріалом (із пакета), складеним у клубочок, придавити 2 зверху, не торкаючись самої рани, потримати на протязі 4-5 хвилин; якщо кровотеча зупинилася, то не знімаючи накладеного матеріалу, поверх нього покласти ще одну подушечку з іншого пакета чи кусок вати і забинтувати поранене місце (з деяким натиском);

-при сильній кровотечі, яку не можна зупинити пов'язкою, застосовується здавлювання кровоносних судин, які живлять поранену область, при допомозі згинання кінцівок в суглобах, а також пальцями,

джгутом або закруткою; при великій кровотечі необхідно терміново викликати лікаря.

6.2.5.5. У разі виникнення пожежі викликати пожежну частину та приступити до гасіння її наявними засобами пожежогасіння.

6.2.5.6. Виконувати всі вказівки керівника робіт по ліквідації небезпеки

ВИСНОВКИ

Аналізуючи дані одержані в результаті проведених досліджень, можемо констатувати наступне:

1. Дослідження підтверджують, що збільшення заміни частини цементу золою – винесення сприяє зниженню міцності важкого бетону, що пояснюється відсутністю активності золи – винесення.
2. Заміщення піску хвостами мокрого збагачення залізних руд приводить до зниження міцності важкого бетону в межах експерименту.
3. Використання суперпластифікатора сприяє збільшенню міцності бетону в межах експерименту.
4. Встановлено, що з збільшенням співвідношення цементу до золи – винесення спочатку сприяє збільшенню рухливості бетонної суміші, а потім рухливість знижується.
5. Хвости збагачення залізних руд сприяють зниженню рухливості бетонної суміші, що пояснюється з збільшенням сил тертя між компонентами суміші.
6. Використання суперпластифікатора типу модифікованих полікарбоксилатів сприяють зниженню тертя між компонентами суміші й збільшенню рухливості бетонної суміші.
7. Малоактивні золи доцільно використати в бетонах тільки з екологічної точки зору

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Дворкін Л.І., Дворкін О.Л., Корнійчук Ю.А. Ефективні цементно-зольні бетони. – Рівне. - 1998. - 195 с.
3. Сергієв А.М. Використання в будівництві відходів енергетичної промисловості - К.: Будівельник, 1984. – 120 с. 5. Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Кочевих М. О. Заповнювачі для бетону. – Підручник. – К.: ФАДА, ЛТД. 2001. – 399 с.
4. Zrównoważone budownictwo. Seria Dokumenty Unii Europejskiej dotyczące budownictwa. – Warszawa : ITB, 2010.
5. Саницький М. А. Енергозберігаючі технології в будівництві : навч. посібник / М. А. Саницький, О. Р. Позняк, У. Д. Марущак. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 236 с.
6. Betonwbudynkach efektywnych energetycznie. Informator. – Kraków, 2007. – 30 s.
7. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій / Г. Г. Фаренюк. – К. : Гама-Принт, 2009. – 216 с.
8. Рудченко Д. Г. Будівництво житла в Україні у контексті збільшення виробництва пористого бетону / Д. Г. Рудченко // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка. Наук.техн. збірник. Випуск 41. - 2011. - С. 46-54.
9. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини / В. І. Гоц. – К. : ТОВ УВПК “ЕксОб”, 2003. – 472 с.
10. Модифіковані швидкоотверднучі портландцементи для прогресивних дорожньо-будівельних технологій / М. А. Саницький, У. Д. Марущак, М. М. Чемерис, О. Я. Шийко // Зб. наук. ст. “Дороги і мости”. – К. : ДДНДІ 2006. – № 6. – С. 278–287.

11 . Рунова Р.Ф., Гоц В.І., Саницький М.А. та ін. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво. – К.: УВПК „ЕксОб”, 2008. – 360 с.

12. Kucharska L. Tradycyjne i współczesne domieszki do betonu zmniejszające ilość wody zarobowej // Cement, wapno, beton. – 2000. – № 2. – S. 46–61.

13. Пат. 62613 UA Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону. А. М. Пługін, О. А. Калінін, С. В. Мірошніченко, А. А. Пługін, С. М. Кудренко, В. А. Лютій, А. В. Никитинський, І. В. Подтележнікова, Г. О. Линник, М. Д. Костюк, В. О. Яковлев. УкрДАЗТ. Заявл. 15.04.2003, № 2003043396. Опубл. 15.06.2005, Бюл. № 6.

15. Вплив добавок суперпластифікаторів і прискорювачів твердіння на кінетику набору міцності цементним каменем / А. А. Пługін, О. В. Романенко, О. А. Калінін, О. А. Пługін, О. В. Афанасьєв. Вісник НТУ «ХП». 2015. 1130 (21). С. 14–22.

16. Reducing of energy intensity of concrete sleepers production using superplasticizer sand hardening accelerators / A. A. Plugin, A. N. Plugin, O. A. Plugin, O. V. Romanenko, O. A. Kalinin, S. V. Miroshnichenko, A. I. Babii, N. M. Partala. 19 Ibausil, Weimar, 2, 2015. 1125–1133.

17. Кухленко О. В. Промисловість будівельних матеріалів як складова проблеми доступності житла / О. В. Кухленко, Ю. М. Червяков // Строительные материалы и изделия. № 5-6. – 2009. – С. 4-7.

18. Сергєєв А. М. Використання в будівництві відходів енергетичної промисловості / А. М. Сергєєв. - К.: Будівельник. 1984. - 120 с.

19. Виробництво сланцезольного газобетону а АТ «Сілбет» / Н. Я. Кисельова // Будівельні матеріали та вироби. - 2004. - № 5. - С. 28-31.

20. Сай В. Розвиток виробництва ніздрюватобетонних виробів – складова енергетичної незалежності держави / В. І. Сай // Будівельні матеріали та вироби. – 2006. – № 4. – С. 12 .

21. Вишневський А. А. Специфіка виробництва та застосування автоклавного газобетону на кислій золі-уносі / А. А. Вишневський, В. М. Левченко // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Наук.техн. збірник. Випуск 32. – 2009. – С. 12-16.

22. Plugin A. A., Runova R. F. Bonding Calcium Chloride and Calcium Nitrate into Stable Hydration Portland Cement Products: Stability Conditions of Calcium Hydrochloraluminates and Calcium Hydronitroaluminates. International Journal of Engineering Research in Africa. 36, 201869-73. DOI:10.4028/www.scientific.net/JERA.36.69.

23. Методика визначення оптимального складу високоміцного, тріщиностійкого та водонепроникного бетону для конструкцій і споруд залізничного транспорту. ЦП-0224 Рекомендації із забезпечення тріщиностійкості плит безбаластного мостового полотна. УкрДАЗТ, ЦП УЗ.

24. Сердюк В. Р. Пінобетон з хімічно активованою золою-винос / В. Р. Сердюк, П. С. Боднар // Вісник ВПІ. – 2005. – № 4. – С. 9-12.

20. Кривенко П. В. Цементи та бетони на основі паливних зол та шлаків: [Монографія] / Кривенко П. В., Пушкарьова Є. К., Гоц В. І., Ковальчук Г. Ю. – Київ: видавництво ТОВ «ППК Експрес-Поліграф», 2012. – 258 с.

25. Оцінка впливу золошлаковідвалу на підземні води верхньої гідродинамічної зони [Електронний ресурс] // GEOENGINE all modern technologies. – Режим доступу: http://www.geo-engine.ru/article/article_2.html.

26. Коваль О. М. Аналіз технологій та методів утилізації твердих продуктів десульфуризації частинок золи [Електронний ресурс] / О. Н. Коваль, В. Г. Єрошенко. – Режим доступу: <http://www.ufpk.com.ua/files/p3/analiz.html>.

27. ДСТУ Б В.2.7-42-97. Методи визначення водопоглинення, густини та морозостійкості будівельних матеріалів і виробів.

28. ДСТУ Б В.2.7-71-98. Щебінь і гравій із щільних гірських порід та відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико механічних випробувань.

29. ДСТУ Б В.2.7-185:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення нормальної густоти, строків тужавлення та рівномірності зміни об'єму.

30. ДСТУ Б В.2.7-187:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення міцності на згин та стиск

31. ДСТУ Б В.2.7-188:2009. Будівельні матеріали. Цементи. Методи визначення тонкості помелу

32. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками

33. ДСТУ Б В.2.7-215:2009. Бетони. Правила підбору складу

33. ДСТУ Б В.2.7-112-2002 Пісок щільний природний для будівельних робіт. Технічні умови.