

## Приготування та дозування водних пігментних суспензій для забарвлення бетону

### Вступ

В останні роки, виробництво бетонних виробів, особливо бетонної черепиці, бруківки та цегли, зазнало значного ступеню автоматизації. Зокрема, операції, які необхідні для змішування сировини, зазвичай, керуються автоматично операторами. Якщо говорити про виробництво кольорових виробів з бетону, часто буває так, що необхідні кольорові пігменти додаються вручну. Для працівника є необхідним заздалегідь зважити, (наприклад, на початку робочого дня), кількість кольорових пігментів, які необхідно змішати. Ця вага (кількість) пігментів потім додається до кожної окремої бетонної суміші вручну.

Однак, крім досягнення максимальної можливої раціоналізації та автоматизації у виробничих процесах, які призвели до зростання вимог до автоматичного методу дозування неорганічних пігментів; це також зростаючий заклик до чистоти на робочому місці. Крім стандартного методу додавання пігменту – дозування сухого пігментного порошку за об'ємом або за вагою (об'ємне та гравіметричне сухе дозування), останім часом стало особливо популярним дозування у вигляді водної пігментної суспензії за об'ємом (об'ємне мокре дозування). За допомоги цього процесу, спочатку сухий пігмент повинен бути однорідно перемішаний з водою за допомогою мішалки. Об'ємне дозування є відносно простим і точним, тому що пігмент є в рідкому вигляді.

### Переваги і недоліки об'ємного мокрого дозування.

Додавання пігменту в рідкій формі у вигляді суспензії має **ряд переваг**:

#### А) Висока точність вимірювання.

Висока точність дозування. Вона порівнянна з точністю, що досягається шляхом гравіметричного дозування сухих пігментів.

#### Б) Чистота

Процес роботи не містить пилу. Неприємний пил може виникнути тільки при приготуванні суспензії. Але суспензія може бути підготовлена у спеціальному закритому приміщенні, що дає можливість уникнути поширення пилу.

#### В) Гнучкість

Гнучкість є найважливішим аргументом для цього виду дозування. Обладнання для підготовки суспензії та насос можуть бути розміщеними в будь-якому місці на заводі. Суспензія подається звідти по звичайних трубопроводах через автоматично керовані клапани до автоматичних вимірювальних ємностей і далі до бетонозмішувача.

Проте, крім цих переваг, є **один чи два недоліки**, які повинні враховуватися при оцінці процесу використання.

#### А) Осідання

Через високу питому вагу, пігментні частинки розведені у воді мають схильність до осідання. Тому суспензія повинна перемішуватись постійно або у певні проміжки часу, під час роботи, щоб уникнути недостатньої однорідності.

#### Б) Додавання води

При застосуванні піску і агрегатів з високою вологістю можуть виникнути проблеми перевищення необхідного співвідношення води до цементу.

Такі проблеми частіше зустрічаються при великих значеннях вологості матеріалів та великих пропорціях змішування. При пропорціях цемент : пісок/агрегати = 1 : 6 і передбачній власній вологості матеріалів 5% існує

досить мала можливість для подальшого додавання води. Наприклад, водо/цементне співвідношення  $=0,30$  може бути досягнуто при використанні матеріалів з власною вологою. З бажаного водо/цементного співвідношення  $0,33 - 0,35$ , залишається певний запас для додавання додаткової води, наприклад, з пігментною суспензією.

### **Краще підготувати пігментну суспензію самостійно, чи купити суспензію, що вже готова для використання?**

Обидва варіанти мають бути ретельно проаналізовані, і будуть певна кількість користувачів, які будуть «за» перший варіант, а інші «за» другий.

На нашу думку, однак, є кілька аргументів «за» приготування суспензій самостійно на бетонному заводі:

#### **А) Ціна**

Купити готову суспензію дорожче, ніж виготовити його самостійно на бетонному заводі. На перший погляд, різниця в ціні не є суттєвою, але, наприклад, таку ж саму ціну просять за готову суспензію як і за порошковий пігмент. Також, до уваги треба взяти те, що, наприклад 1000 кг суспензії загалом містить тільки 500-600 кг пігменту та 500-400 кг води. Якщо суспензія, яка містить 500 кг пігменту і 500 кг води (вміст твердої речовини становить 50% маси) використовується для фарбування бетону, то її має бути використано в два рази більше, ніж пігментного порошку, щоб отримати такий же відтінок.

Спочатку важко зрозуміти, що готова до використання суспензія має бути набагато дорожчою, адже це не тільки витрати, що виникають під час виробництва цієї суспензії. Це також достатньо великі транспортні витрати. Поставки здійснюються в одноразових або зворотних контейнерах. Обидва види транспортування є відносно дорогі, тому зворотні контейнери мають використовуватися через високу питому вагу суспензії (1,5 до 2,2 кг/л). Крім того, використання такої готової суспензії вимагає додавання домішок, наприклад, змочувальних агентів, для того, щоб отримати високий вміст твердих речовин та консервантів (біоцидів), щоб уникнути утворення цвілі і грибка у суспензії. Хоча такі добавки використовуються в дуже малій кількості, вони є відносно дорогі.

#### **Б) Стійкість до морозу**

При низькій температурі зимою, проблеми можуть збільшитися, якщо водна основа суспензії замерзне. Хоча можуть бути прийняті заходи, щоб уникнути цього, наприклад, при використанні контейнерів з підігрівом або заміни частини води іншими органічними речовинами, для того щоб запобігти замороженню, це зробить продукт дорожчим.

Існує також ще один важливий аргумент, який висувається на користь готових до використання суспензій на відміну від тих, які зроблені самостійно на бетонному заводі:

#### **Проста робота повністю без пилу**

Купівля пігментів в мішках та приготування суспензій самостійно означає не тільки певну кількість роботи, але й утворення пігментного пилу. Обсяг роботи, як правило, невеликий, тому суспензія, зазвичай, має бути зроблена тільки один або два рази на зміну.

#### **Чи можна заощадити на пігментах за допомогою водної пігментної суспензії?**

Часто вважається, що завдяки використанню водної пігментної суспензії, інтенсивність фарбування може бути покращена, так що може бути досягнута економія пігменту. З нашого досвіду, як правило, це не відповідає дійсності. Проте, є випадки, коли диспергація сухих пігментів у бетонній суміші не є повною і не дає оптимального результату. Це важливо, наприклад, коли є занадто мало часу для перемішування або коли присутні дуже тонкі агрегати. Неповна диспергація пігменту може також зустрітися, коли сухий пігмент додається до вологої суміші. Якщо водна пігментна суспензія використовується замість сухого, то, зазвичай, очікується краща диспергія. Весь пігмент змішується в однорідну суміш, що дає можливість досягти повної сили тонування. Економія пігменту можлива лише при неповній диспергації при використанні пігментних порошоків і, де користувач потім переходить на використання пігментної суспензії на водній основі.

#### **Виготовлення водної пігментної суспензії на бетонному заводі**

##### **Обладнання**

Схема такого виду обладнання зображена на малюнку на останній сторінці. Для автоматичного дозування суспензії, потрібна ємність для змішування та ємність для зберігання з мішалкою і пігментним

завантажувальним бункером. Також потрібні насоси, ємність для вимірювання, клапани, трубопроводи і система контролю за дозуванням.

Для зберігання та перемішування підходить недорогий бункерний контейнер, який може легко транспортуватися автонавантажувачами і має конічне (30°) дно для зливу рідини. Цистерни такого роду, наприклад об'ємом 800 літрів, в даний час виробляється у великих кількостях. В основному, для одного кольору необхідно дві цистерни: в той час як один контейнер використовується на лінії, інший може бути використаний для приготування нової суспензії.

Хороші результати можуть бути отримані за допомоги змішувача пропелерного типу. Для приготування суспензії низької в'язкості достатньо двигуна потужністю приблизно 1.5 kW.

Дуже важливим є вибір відповідного насосу. Пігментна суспензія має абразивний ефект (суспензії на основі оксиду заліза використовуються для полірування у скляній промисловості). Тому вимагається, щоб насос не мав ніяких частин, які ковзають над іншим. Хороші результати були отримані при використанні недорогих пневматичних мембранних насосів з кульковими клапанами. З іншого боку, через абразивність суспензій Bayferrox, поршневі насоси можуть зношуватися дуже швидко, в залежності від необхідного тиску. Якщо насос і трубопроводи правильно спроектовані, то не повинно бути ніяких проблем у подоланні різниці висоти, наприклад, 15 м між насосом і вимірюваною посудиною, а також подолання значних горизонтальних відстаней між ними.

Що стосується використання вимірювальних ємностей та дозувальних насосів, що використовуються у бетонній промисловості (замість дозувального циліндра), то сильне тертя, ймовірно, призведе до зниження ефективності.

З тих же самих причин що із насосами, найкращі результати можуть бути досягнуті при використанні клапанів з гумовою мембраною. При застосуванні цих клапанів не відбувається знос через стирання (зношування), а вони просто ламаються через старість.

Щодо трубопроводів, можна сказати, що підходять недорогі трубопроводи зі сталі, PVC і пропилену, з урахуванням їхніх особливостей. Діаметр повинен має бути трохи більший ніж зазвичай потрібно для того, щоб зберегти якомога малий опір та ймовірність зношення. Однак, найважливішим моментом є прокладання всіх ліній трубопроводів із нахилом вниз до насоса.

Завдяки тому, що робочий цикл бетонозмішування є коротким, наприклад, від 2 до 3 хвилин, можлива побудова кільцевої системи трубопроводів із зниженням від насоса до вимірювальної ємності. Вимірювана ємність потім заповнюється найкоротшим можливим шляхом. Це означає, що насос може працювати в безперервному режимі (м'яка процедура) і вимірювальний посуд заповнюється дуже швидко.

Для автоматичного дозування, найкраще всього використовувати пневматичні клапани. Пневматичні клапани із звужувачами трубами не дорогі та особливо підходять при використанні пігментної суспензії з високою абразивністю.

### **Склад водної пігментної суспензії**

При підготовці водної пігментної суспензії, треба мати на увазі, що окремі пігменти мають різні потреби у воді. Причиною цього є те, що чорні, червоні та жовті пігменти відрізняються не тільки хімічно, але і в деяких випадках також мають різні форми та розміри часток. Якщо ми додаємо 1 кг червоного оксиду заліза (наприклад Bayferrox 130) до 1 л води, то ми отримуємо суспензію низької в'язкості з хорошою плинністю.

З іншого боку, якщо ми намагаємося розмішати 1кг жовтого оксиду заліза (наприклад Bayferrox 920) в 1 л води, то виявляється, що це неможливо, тому що вже при додаванні тільки половини пігменту, суміш стає занадто пастоподібною і вже не в змозі текти.

Слід також враховувати, що вміст солей у воді (іншими словами жорсткість) може мати вплив на пігментну концентрацію. В м'якій воді, як правило, можна змішати більше пігменту, ніж у жорсткій воді, що дуже багата на мінеральні солі.

Ми рекомендуємо наступну кількість води для приготування суспензії з 1 кг пігменту (відповідно до типу пігменту). Відповідний вміст твердої речовини у %, за вагою в дужках, наприклад, 60 % = 60 p.b.w. (частин по вазі) пігменту та 40 p.b.w. води. Ці цифри носять рекомендаційний характер для суспензій, що виробляються самостійно на бетонному заводі та, зазвичай, використовується в той же день:

**Червоний оксид заліза**

|                    |                  |
|--------------------|------------------|
| всі типи червоного | 1,0 л води (50%) |
|--------------------|------------------|

**Чорний оксид заліза**

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| Bayferrox 320, 330      | 1,2 л води (45.5 %) |
| інші типи Bayferrox 300 | 1,0 л води (50 %)   |

**Жовтий оксид заліза**

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| Bayferrox 400-ої серії           | 3 л води (25.0 %)   |
| Bayferrox 910                    | 5.5 л води (15.4 %) |
| інші типи Bayferrox 900-ої серії | 4 л води (20.0 %)   |

**Коричневий оксид заліза**

|                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| темні типи коричневого  | 1.2 л води (45.5 %) |
| світлі типи коричневого | 1.5 л води (40.0 %) |

Ми рекомендуємо провести власні попередні випробування на основі даної таблиці для того, щоб встановити чи суспензії, які виготовлені з цієї концентрацією можуть протікати і легко перекачуватись та чи потрібно внести зміни (поправки) до концентрації. Ми не рекомендуємо підніматися до максимальної межі концентрації твердої речовини, тому що невелика відмінність у в'язкості можуть призвести до різниці вмісту пігменту при виготовленні суспензії.

Можливим є збільшення вмісту твердої речовини, за допомогою використання добавок (так званих змочувальних агентів). З пігментом червоного оксиду заліза, таким чином можна отримати суспензію, що може бути перекачана та має максимальний вміст сухої речовини (приблизно 70%). З пігментом чорного оксиду заліза, ми можемо отримати максимальний вміст приблизно 65%. Жовтих пігментів можливо перетворити на суспензію макс. 45%, а коричневих макс. 65%. Якщо кількість підібрана правильно, змочувальні агенти також впливають на те, щоб пігменти не осідали швидко або утворювали осад, який буде легко перемішати. Використання домішок для змочування, однак, мають недоліки. Перш за все, ціна. Хоча дозування невелике – як правило від 0,3 до 0,5% сам продукт є відносно дорогим. Один дуже важливий недолік, на нашу думку, це те, що робота з домішками для змочування вимагає ретельного контролю. Слід додавати тільки необхідну кількість, так як змочувальні агенти не тільки достатньо дорогі, але передозування може мати негативний ефект, за рахунок підвищення в'язкості суспензії. Якщо вимагається високий вміст твердих речовин у суспензії, використання Bayferrox C типів є ідеальним вирішення вищезгаданих проблем. Bayferrox C не тільки допускає виробництво пігментних суспензій з високою концентрацією сухої речовини без подальшого додавання змочувальних агентів, але також пропонує переваги чистої обробки та кращого спорожнення мішків.

Більшість домішок для змочування вимагають певного рівня pH. Це означає, що необхідно встановити цей рівень pH, наприклад, з розчином каустичної соди, і дотримуватись постійного рівня pH у певних межах. З цих причин, ми вважаємо, що бажано обійтися без домішок для змочування, при виготовленні суспензій на бетонному заводі, які повинні негайно використовуватися. Однак, якщо вони потрібні у виняткових випадках для досягнення як можна вищого вмісту твердих речовин, ми будемо раді надати додаткову інформацію, оскільки, ми вже маємо певний досвід у цьому.

**Приклади обчислення дози**

Хоча дозування пігментних суспензій проводиться відповідно до об'єму, розрахунок кількості необхідного пігменту для фарбування бетону завжди здійснюється відповідно до ваги (наприклад, 20 кг пігментного порошку на 400 кг цементу дорівнює 5% концентрації пігменту). З цієї причини, необхідно знати об'єм суспензії, який містить рівно 1 кг пігменту. Цей об'єм можна визначити обчислюваним або експериментальним шляхом. Пояснення обох методів наводиться нижче за допомогою двох прикладів.

**Обчислення**

Для цього методу, ми повинні знати густину пігменту Bayferrox. В загальному, можна припустити такі цифри:

|                         | Теоретична густина<br>(повністю без залученого<br>повітря)<br>л/кг | Теоретичний об'єм 1 кг пігменту<br>(повністю без залученого повітря)<br>л/кг |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Червоний оксид заліза   | 5,0                                                                | 0,200                                                                        |
| Чорний оксид заліза     | 4,6                                                                | 0,217                                                                        |
| Жовтий оксид заліза     | 4,1                                                                | 0,244                                                                        |
| Коричневий оксид заліза | 4,4-4,8                                                            | 0,227-0,208                                                                  |

Густина коричневого пігменту Bayferrox коливається в залежності від його складу. Точні значення для окремих типів можна знайти в таблиці технічних даних у нашій папці. Для суспензії, яка містить 1 кг червоного оксиду, наприклад Bayferrox 130, і 1 кг води, ми отримаємо наступне обчислення:

|                        |       |                               |
|------------------------|-------|-------------------------------|
| 1 кг Bayferrox 130 має | 0,2 л | об'єму без залученого повітря |
| 1 кг води має          | 1,0 л | об'єму без залученого повітря |
| 2 кг суспензії має     | 1,2 л | об'єму без залученого повітря |

Це означає, що для дозування 1 кг Bayferrox 130 у вигляді 50% суспензії, має бути додана 1,2л цієї суспензії.

З вищенаведених даних ми також отримуємо прямий розрахунок щільності 50% Bayferrox 130 суспензії, яка також використання в основному для розрахунків:

$$\text{Щільність 50\% суспензії} = \frac{\text{вага}}{\text{об'єм}} = \frac{1}{1,2} = 1,66 \text{ кг/л}$$

Тому для 50% суспензії, 1 л цієї суспензії містить 0,83 кг Bayferrox 130. Це означає, що має бути додано 1,2 л 50% суспензії, щоб додати еквівалент 1 кг Bayferrox 130 у вигляді порошку (1 : 0.83).

### Експериментальний метод

Густину суспензії можна визначити експериментальним шляхом. Найпростішим методом – заповнення суспензії в калібровану посуду, наприклад 1л, та визначення ваги, шляхом зважування. Це дає нам безпосередню густину:

$$\text{Густина: } \frac{\text{вага}}{\text{об'єм(1)}}$$

Якщо ми встановлюємо густину експериментальним та обчислюваним шляхом, ми зазвичай отримуємо невелику відмінність. Якщо ми розглядаємо приклад, який даний вище, ми отримуємо наступні густини:

|                              | Густина (кг/л) |                  |
|------------------------------|----------------|------------------|
|                              | Розрахункова   | Експериментальна |
| 50 % суспензія Bayferrox 130 | 1,66           | 1,64             |

Густина, яка визначена експериментальним шляхом завжди є трохи нижчою. Причиною цього є певна кількість повітря, яка прилипає до поверхні часток пігменту, навіть тоді, коли пігмент розведений у воді. Різниця між густиною, яка визначена експериментальним і обчислюваним шляхом, як правило, не велика, тому її можна ігнорувати. Однак, якщо важлива точність, то густина, яка отримана експериментальним шляхом має бути використана для будь-якого обчислення.

### Резюме

Дозування пігментів починається з приготування суспензії пігменту у воді. Ця суміш або суспензія може дозуватися об'ємно. Такий метод має ряд переваг, але й деякі недоліки. Ретельне дослідження має бути зроблене відповідно до методу дозування водної пігментної суспензії та буде найкращим для бетонного заводу.

Якщо рішення буде прийнято на користь рідкого дозування, то доцільно розглянути, чи варто купувати повний пристрій цього виду, чи купити лише окремі частини, а потім за допомогою декількох чоловіків скласти цей пристрій самостійно.

Ось перелік компаній, що займаються виробництвом дозувальних систем:

**Würschum GmbH**

Dosieranlagen – Abfüllmaschinen  
Hedelfinger Str. 33  
D-73760 Ostfildern

phone: ++49 711 44813-0  
fax: ++49 711 44813-110

**ELMAS-Electros Maschinen- und Anlagenbau GmbH**

Hauptstr. 119  
D-28816 Stuhr

phone: ++49 421 895660  
fax: ++49 421 890130

**Finke GmbH Dosiertechnik**

Niemeierstr. 14  
D-32758 Detmold

phone: ++49 5231 9152-0  
fax: ++49 5231 68266

На додаток до вищезгаданого обчислення пропонуємо таблицю (колонки 2-6 показують скільки необхідно суспензії для дозування 1 кг пігменту до бетонної суміші). Кількість залежить від вмісту пігменту в суспензії (колонка 1) та типу пігменту Bayferrox (колонка 2-6).

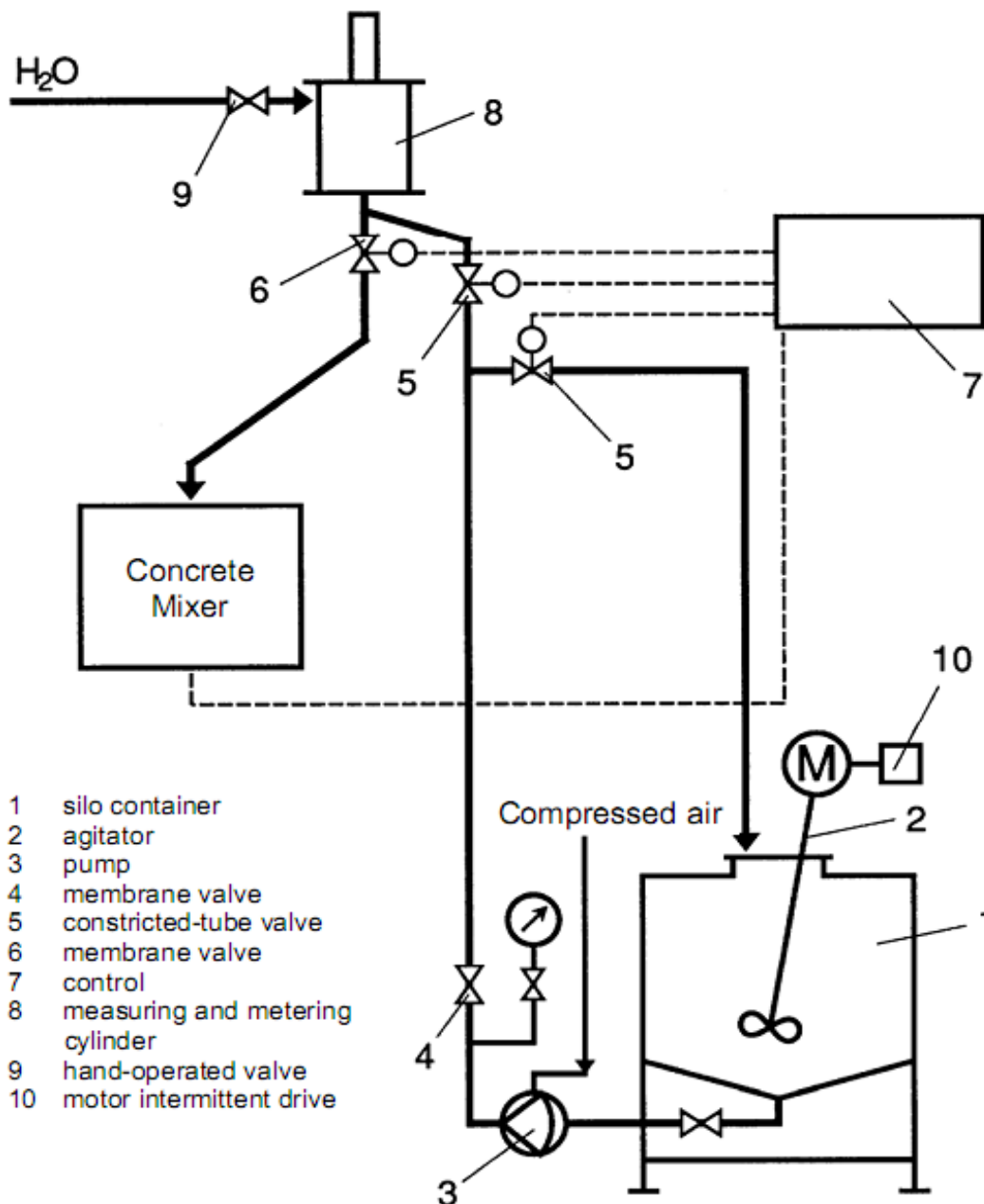
**Приклади:** Вміст пігменту в суспензії: 60%; тип - червоний Bayferrox 130; дозування 1 кг 130 Bayferrox відповідає 0,87 л суспензії, яка буде додана. Отже, при дозуванні 8 кг Bayferrox треба додавати  $8 \cdot 0,87 \text{ л} = 6,96 \text{ л}$  такої суспензії.

| Колір суспензії                  |          |        |        |                   |                  |
|----------------------------------|----------|--------|--------|-------------------|------------------|
| 1                                | 2        | 3      | 4      | 5                 | 6                |
| Пігмент містить суспензії % маси | Червоний | Чорний | Жовтий | Світло коричневий | Темно коричневий |
| Дозування суспензії (л)          |          |        |        |                   |                  |
| 70                               | 0,63     | 0,65   | -      | -                 | 0,64             |
| 65                               | 0,74     | 0,76   | -      | 0,77              | 0,75             |
| 60                               | 0,87     | 0,89   | -      | 0,90              | 0,88             |
| 55                               | 1,02     | 1,04   | 1,06   | 1,05              | 1,03             |
|                                  | ...      | ...    |        |                   |                  |
| 50                               | 1,20     | 1,22   | 1,24   | 1,23              | 1,21             |
|                                  |          |        |        |                   | ...              |
| 45                               | 1,42     | 1,44   | 1,46   | 1,45              | 1,43             |
|                                  |          |        |        | ...               |                  |
| 40                               | 1,70     | 1,72   | 1,74   | 1,73              | 1,71             |
| 35                               | 2,06     | 2,08   | 2,10   | 2,09              | 2,07             |
| 30                               | 2,53     | 2,55   | 2,57   | 2,56              | 2,54             |
|                                  |          |        | ...    |                   |                  |
| 25                               | 3,20     | 3,22   | 3,24   | 3,23              | 3,21             |
| 20                               | 4,20     | 4,22   | 4,24   | 4,23              | 4,21             |
|                                  |          |        | ...    |                   |                  |

Значення пунктирних ліній:

якщо вміст пігменту у суспензії вище лінії ... то можливе додавання змочуючого агенту, що забезпечить хороші реологічні властивості і легке прокачування.

У випадку із жовтим: додавання змочуючого агенту залежить від типу пігменту (приблизно між 20 і 25%).



- 1 бункер
- 2 змішувач (пропелер)
- 3 насос
- 4 мембранний клапан
- 5 клапан з звуженою трубою
- 6 мембранний клапан
- 7 центр керування
- 8 вимірювальний циліндр
- 9 клапан з ручним управлінням
- 10 двигун приводу пропелера

Зверніть увагу: Ця інформація та наші технічні дані – усні, письмові та отриманні шляхом тестувань (випробувань) – надані сумлінно, але без гарантій і це також застосовується прав власності. Наша інформація не звільняє вас від обов'язку перевірити його дії та протестувати нашу продукцію на придатність призначеної обробки та використання. Застосування, використання і переробка наших продуктів і продукції, яка вироблена вами на основі нашої технічної інформації є поза нашим контролем, а, отже, це повністю під вашею відповідальністю.

## Б) Суспензії з добавками для негайного (безпосереднього) використання

| Пігмент           | Вміст<br>твердих<br>речовин<br>(%) | Вода<br>(кг) | Пігмент<br>(кг) | Сода,<br>безводна<br>(кг) | Змочуючий агент<br>(кг) | Густина<br>(г/мл) | 1 кг пігменту<br>= кг шламу | 1кг пігменту<br>= л шламу |
|-------------------|------------------------------------|--------------|-----------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Типи червоного    | 65                                 | 538          | 1000            | 3                         | 15.4 кг Pylstabil VZ    | прибл. 2.1        | прибл. 1.54                 | прибл. 0.74               |
|                   | 65                                 | 538          | 1000            | 3                         | 3.0 кг Nalco 43-50      | прибл. 2.1        | прибл. 1.54                 | прибл. 0.74               |
|                   | 65                                 | 538          | 1000            | 3                         | 3.0 кг Dispex N 40      | прибл. 2.1        | прибл. 1.54                 | прибл. 0.74               |
|                   | 65                                 | 538          | 1000            | 3                         | 1.5 кг Narlex LD 31     | прибл. 2.1        | прибл. 1.54                 | прибл. 0.74               |
| Типи жовтого      | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 26 кг Pylstabil VZ      | прибл. 1.6        | прибл. 2.00                 | прибл. 1.25               |
|                   | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 40 кг Nalco 43-50       | прибл. 1.6        | прибл. 2.00                 | прибл. 1.25               |
|                   | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 20 кг Dispex N 40       | прибл. 1.6        | прибл. 2.00                 | прибл. 1.25               |
|                   | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 16 кг Narlex LD 31      | прибл. 1.6        | прибл. 2.00                 | прибл. 1.25               |
| Bayferrox 610-640 | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 10 кг Pylstabil VZ      | прибл. 1.6-1.7    | прибл. 2.00                 | прибл. 1.23-1.21          |
|                   | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 8 кг Nalco 43-50        | прибл. 1.6-1.7    | прибл. 2.00                 | прибл. 1.23-1.21          |
|                   | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 8 кг Dispex N 40        | прибл. 1.6-1.7    | прибл. 2.00                 | прибл. 1.23-1.21          |
|                   | 50                                 | 1000         | 1000            | 4                         | 10 кг Narlex LD 31      | прибл. 1.6-1.7    | прибл. 2.00                 | прибл. 1.23-1.21          |
| Bayferrox 655-686 | 60                                 | 667          | 1000            | 3.3                       | 10 кг Pylstabil VZ      | прибл. 1.7        | прибл. 1.66                 | прибл. 0.9                |
|                   | 60                                 | 667          | 1000            | 3.3                       | 10 кг Nalco 43-50       | прибл. 1.7        | прибл. 1.66                 | прибл. 0.9                |
|                   | 60                                 | 667          | 1000            | 3.3                       | 10 кг Dispex N 40       | прибл. 1.7        | прибл. 1.66                 | прибл. 0.9                |
|                   | 60                                 | 667          | 1000            | 3.3                       | 8 кг Narlex LD 31       | прибл. 1.7        | прибл. 1.66                 | прибл. 0.9                |