

УДК 691.57:006.354

Т.І.Томашевська¹, О.Д.Коваль²

¹ – ЗЗСО №317, м. Київ, Україна

² – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Створення «ідеальної» концентрації водоемульсійної фарби для малярних робіт

В якості гіпотези створення «ідеальної» концентрації водоемульсійної фарби була висунута пропозиція створити шляхом розбавлення фарби водою оптимальну концентрацію фарби, яку було б зручно використовувати, легко наносити на стіни та яка б не втратила своїх фарбуючих властивостей.

Для перевірки гіпотези були поставлені наступні задачі:

- створити концентрацію водоемульсійної фарби, з якою буде зручно і приємно працювати;
- ідеальна фарба повинна мати наступні характеристики: гарну покривну здатність, а це значить після фарбування двома шарами фарби, поверхня повинна бути рівномірно зафарбована; швидко висихати; зручно наноситися на інструменти для фарбування, отже мати «ідеальну» густину, в'язкість та текучість.
- після висихання не повинна відпадати, пузириться і деформуватися в інший спосіб;
- після знаходження ідеальної концентрації фарби перевірити результати дослідів на практиці.

Густину можна вимірювати різними методами [1]. Для вимірювання густини ареометром потрібно мати достатню кількість рідини та спеціальну ємність, в якій проводити досліди. Для оцінки густини фарби в нерозведеному стані вирішено використати метод зважування об'єму рідини. Для цього проведено наступний дослід.

Густину досліджуваної фарби в нерозведеному стані визначено за допомогою формули:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

де m – маса, V – об’єм рідини.

В наш час існує багато методів та приладів для визначення в’язкості рідини [2-6]. Визначення в’язкості проводилось на самостійно створеному віскозиметрі, заснованому на методі Стокса для вимірювання коефіцієнту в’язкості рідин.

За допомогою формули Стокса для визначення в’язкості [2] було розраховано коефіцієнт в’язкості рідини для досліджуваної фарби.

$$\eta = \frac{(\rho_k - \rho_f)g2r^2}{9v}$$

де ρ_k – густина матеріалу кулі; ρ_f – густина фарби; r – діаметр кулі, v – швидкість проходження кульки по трубці від верхньої до нижньої позначки розраховую за формулою:

$$v = \frac{L}{t},$$

де L – довжина між позначками трубки (дорівнює 150мм); t – час проходження кульки між позначками.

Результати дослідів представлено в таблиці №1.

Для отримання «ідеальної» за густиною, зручної для використання фарби, в досліджувану фарбу додавали поступово воду збільшуючи її об’ємну кількість, створюючи розчин наступних концентрацій по відношенню до води: перший розчин - 10:1, другий розчин - 8:1 та третій розчин - 6:1.

Для оцінки кожного зразка на зручність використання під час фарбування (див.рис.1), їх покривні властивості та однорідність покриття, наносилися два шари фарби на гіпсокатронні поверхні.

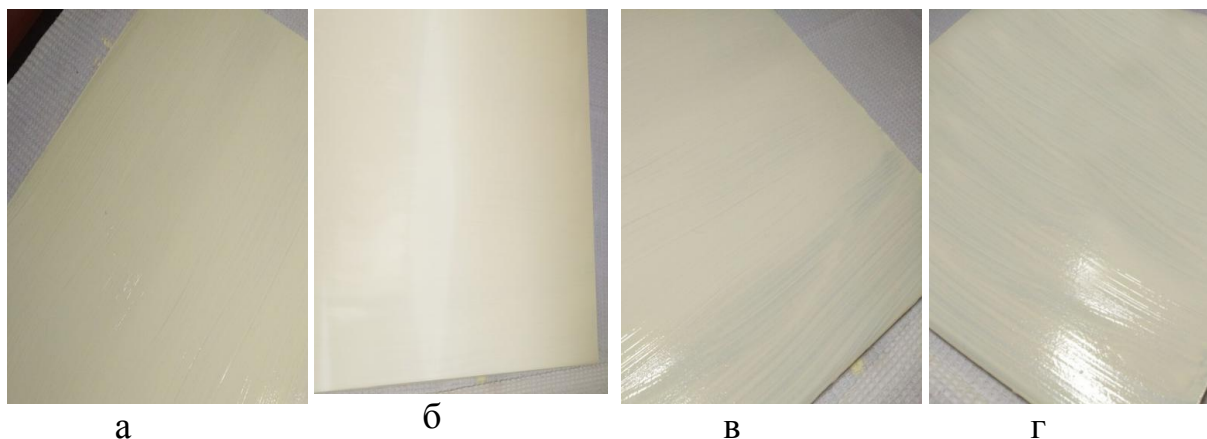


Рис.1. Результати нанесення фарби: а - нерозведена фарба; фарба розведена у співвідношенні б - 10:1; в – 8:1; г- 6:1

Таблиця 1. Визначення в'язкості досліджуваних зразків фарби

	Матеріал кулі	ρ_k , кг/м ³	ρ_f , кг/м ³	d_k , м	t, с	η , Па·с
ЗРАЗОК 1	свинець	11300	1181,25	1×10^{-2}	62,75	5,19
	мідь	8900	1181,25	7×10^{-3}	156,34	4,83
	сталь	7800	1181,25	6×10^{-3}	238,62	4,64
ЗРАЗОК 2	свинець	11300	1143,75	1×10^{-2}	60	4,99
	мідь	8900	1143,75	7×10^{-3}	149	4,63
	сталь	7800	1143,75	6×10^{-3}	227	4,44
ЗРАЗОК 3	свинець	11300	1118,75	1×10^{-2}	57	4,74
	мідь	8900	1118,75	7×10^{-3}	145	4,52
	сталь	7800	1118,75	6×10^{-3}	218	4,28
ЗРАЗОК 4	свинець	11300	1081,25	1×10^{-2}	55	4,60
	мідь	8900	1081,25	7×10^{-3}	139	4,35
	сталь	7800	1081,25	6×10^{-3}	208	4,11

Після висихання кожного профарбованого зразка з гіпсокартону, встановлено, що найзручнішою у використанні виявилась фарба розведена з водою в співвідношенні 10:1, яка має густину 1143,75 кг/м³ (під час фарбування фарба легко набиралася на пензлик, не розтікалася та не розбризкувалася під час фарбування, але при цьому не була дуже густою і залишалася достатньо щільною). Крім того, при використанні фарби саме цієї концентрації покриття після висихання утворило щільний, однорідний шар без боріздок, пузиріння чи інших дефектів.

Так як усі водоемульсійні фарби являються рідинами, то всі вони мають певну текучість, отже створивши умови при яких однакова кількість фарби буде за певний час протікати через однакові ділянки, можна

визначити об'ємну витрату або використовуючи термін гемодинаміки, науки, яка вивчає закони руху крові по судинній системі - об'ємну швидкість. В дослідях визначалась здатність фарби витікати з отвору діаметром 2 мм під дією сили тяжіння. Результати вимірів представлені в табл. 2.

Таблиця 2. Об'ємна швидкість витікання фарби

Зразок №	Об'єм фарби, м ³	Час витікання, хв	Об'ємна швидкість, м ³ /хв
1	$1,35 \cdot 10^{-4}$	15,07	$8,96 \cdot 10^{-6}$
2	$1,35 \cdot 10^{-4}$	12,57	$1,074 \cdot 10^{-5}$
3	$1,35 \cdot 10^{-4}$	9,51	$1,420 \cdot 10^{-5}$
4	$1,35 \cdot 10^{-4}$	7,11	$1,899 \cdot 10^{-5}$

Для визначення «ідеальної» концентрації водоемульсійної фарби були порівняні фізичні властивості та технічні характеристики досліджуваних зразків за наступними критеріями:

- фізичні властивості: в'язкість, густина, об'ємна швидкість;
- технічні характеристики: легкість набирання фарби пензликом, плинність, розбризування, покривна властивість (щільність та однорідність покриття після нанесення фарби в два шари), швидкість висихання, зносостійкість та зовнішній вигляд покриття після висихання (пузиріння, відшарування, тріскання, тощо покриття після повного висихання пофарбованої поверхні).

Оцінювання проводилось за шкалою від 0 до 10 в залежності від отриманого результату та вражень під час фарбування поверхні кожним зразком фарби. Слід зазначити, що фарбувалась гіпсокартонна поштукатурена та погрунтована поверхня, що збільшило адгезію фарби та значно покращало її покривні властивості.

Загальна оцінка розраховувалась методом отримання середнього балу по шести критеріям оцінювання.

Розглянемо способи створення «ідеальної» концентрації фарби в домашніх умовах.

Спосіб перший: змінення густини фарби. Цей спосіб дуже легкий та швидкий. Тому за допомогою цього методу будь-яка людина зможе в домашніх умовах визначити ту кількість води, яка необхідна для розведення саме його фарби, щоб утворити «ідеальну» концентрацію.

Спосіб другий: змінення в'язкості фарби з використанням об'ємної швидкості.

Об'ємна швидкість витікання 100 мл фарби

$$Q = \frac{V}{t},$$

де V – об'єм фарби що витекла ($V=100$ мл = $0,0001$ м³), t – час витікання фарби в секундах.

Об'ємна швидкість та в'язкості дуже схожа на обернену пропорційність. Тобто, якщо представити залежність у вигляді функції отримаємо

$$f(Q) = \eta = \frac{k}{Q},$$

де η – в'язкість фарби, Q – об'ємна швидкість витікання фарби, k – коефіцієнт пропорційності.

Коефіцієнт пропорційності визначено експериментально: $k \approx 8,12 \cdot 10^{-4}$.

Отже, в'язкість фарби можна підрахувати скориставшись виведеною мною формулою

$$\eta_{\phi} = \frac{k}{Q},$$

так як всі вимірювання проводитимемо для об'єму фарби V – об'єм фарби що витекла ($V=100$ мл = $0,0001$ м³), то формула набуває ще простішого вигляду

$$\eta_{\phi} = 0,812 \cdot t.$$

Підставивши час витікання фарби в формулу ми отримаємо приблизну в'язкість фарби з похибкою $\pm 0,02$ Па·с.

Далі наведені розрахункові формули для визначення необхідної кількості води

$$V_{\text{вод}} = \frac{5,8}{1000 \cdot t} - V_{\phi},$$

або

$$V_{\text{вод}} = \frac{5,8}{1000 \cdot t} - 100.$$

Таким чином, дізнавшись час за який з ємності витече 100 мл фарби через отвір діаметром 2 мм можна легко вирахувати ту кількість води, яку необхідно додати до фарби, щоб вона стала «ідеальною» для виконання будь-яких малярних робіт.

Слід зазначити, що цей метод виявився більш трудомістким, який потребує більше часу. До того ж одній людині важко і не зручно проводити заміри.

Висновки:

1. Досліди з визначення густини, в'язкості та об'ємної швидкості водоемульсійної фарби в нерозведеному та розведеному стані, показали, що «ідеальна» водоемульсійна фарба повинна мати густину 1143,75 кг/м³ та в'язкість 4,69 Па·с.

2. Проведено тестування двох способів для визначення необхідної кількості води для розведення фарби розробленого авторами, слід зазначити, що перший спосіб більше відповідає вимогам поставленим в роботі, так як виявився більш точним та швидким.

Список використаних джерел

1. Методи вимірювання густини (<http://wiki.tntu.edu.ua>)
2. Методи вимірювання в'язкості (<http://wiki.tntu.edu.ua>)
3. Велика енциклопедія. Фізика, М., «Велика енциклопедія», 1987р., стор.689.
4. Тяглова Е.В. Исследовательская деятельность учащихся по химии: метод. пособие / Е.В. Тяглова. – М., Глобус, 2007. – 224 с. – (Уроки мастерства).
5. Лабораторный практикум по физике / [А. С. Ахматов, В. М. Андреевский, А. И. Кулаков та ін.] Учебное пособие. – Москва: Высшая школа, 1980. – 360 с.
6. Горев Л. А. Занимательные опыты по физике / Л. А. Горев. – Москва: Просвещение, 1985. – 175 с. – (2-е изд., перераб.).