

Л 722

Р 177

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

535

Ю 85

СЕКТОР ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

группе инфракрасных излучений
и оптической пирометрии.

ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ № 282/606

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ КРАСНЫХ
ФИЛЬТРОВ ОПТИЧЕСКИХ ПИРОМЕТРОВ



Государственный
НАУЧНЫЙ
Библиотека
— В. К. Т. П. —

1386/6

ПРОВЕРЕНО
193 г. №

1935

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Сектор Прикладной Физической Оптики. Группа инфракрасных излучений
оптической пирометрии.

0137392-10
801

ОТЧЕТ ПО РАБОТЕ № 232/ 606

ПРОВЕРКА
ИГНБ 1949

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ КРАСНЫХ ФИЛЬТРОВ ОПТИЧЕСКИХ ПИРОМЕТРОВ.

Задание Пирометрического Института ВОТИ.

Работа начата 20.IX- 1933г.

окончена 10.XII- 1933г.

Исполнитель Л.И. КРАМН

Отчет составлен 15.XII Юрьевым и Крамн.

Красные фильтры в пирометрах с исчезающей нитью удовлетворяют тем лучше своему назначению, чем уже та область спектра, которую они выделяют при возможно большей общем пропускании.

Это требование связано с тем, чтобы сохранить возможное постоянство величины так называемой эффективной длины волны светофильтра, за которую принимается в пирометрии такая длина волны, при которой отношение интенсивностей излучений совершенного излучателя при двух температурах равно отношению яркостей, получаемых при тех же температурах при пользовании данным монохроматическим фильтром.

Определяемая таким образом величина эффективной длины волны данного светофильтра относится к двум определенным температурам, в ее значение зависит как от выбранных температур так и от кривой пропускания фильтра. При сближении выбранных двух температур можно прийти к понятию предельной эффективной длины волны, относящейся к данной температуре.

Предельная эффективная длина волны для ряда температур будет характеризовать пирометрический фильтр.

Так как фильтры ^{на строго монохроматич., и} пропускают целый участок спектра, то их эффективная длина волны меняется с изменением температуры излучателя. Чем более монохроматичен фильтр, тем менее зависит эффективная длина волны от температуры.

Нашей задачей было по заданию пиromетрического Института *потом* исследовать употребительные светофильтры, имеющиеся в нашем распоряжении оптических пиromетров, сравнить с ними образцы стекол Измиского завода и сопоставить эти данные с существующими в литературе указаниями по исследованию светофильтров.

Нами были исследован красный фильтр микропиromетра Геннинга, фирмы Шмидт и Генча, имеющий толщину 5 мм, спектральное пропускание которого было определено на спектрофотометре Кониг-Мартенса в Цветовой лаборатории ГИИ /см. первый столбец в табл. № I и черт. № I /кривая обозначена ~~черным цветом~~ *цифрой 8*.

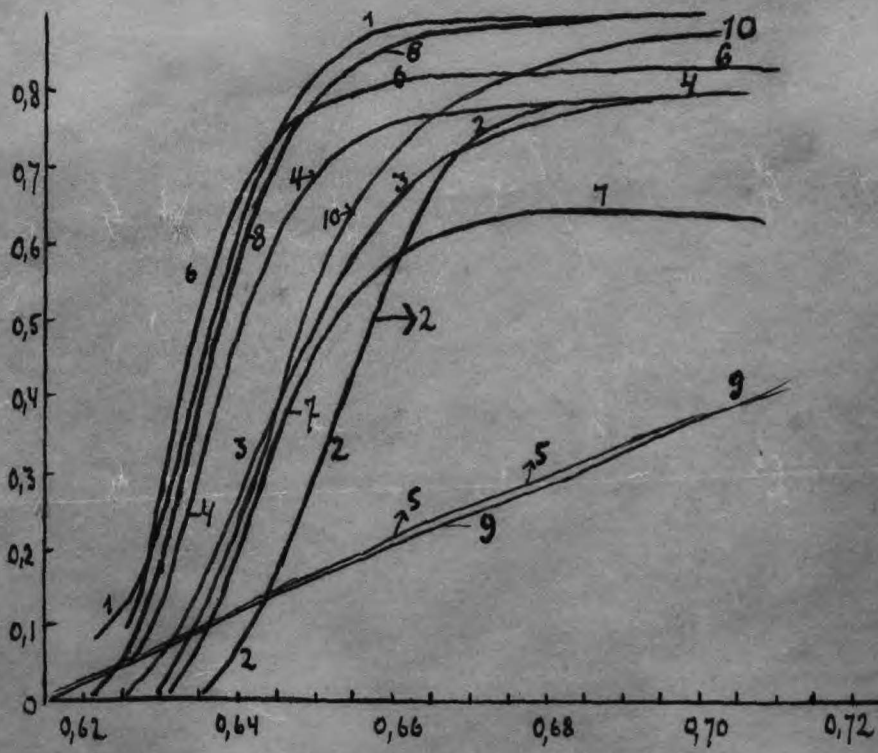
Это стекло, по видимому, принадлежит к известному в литературе сорту № 4512.

Далее была определена кривая прозрачности красного фильтра пиromетра Гольборна фирмы Сименса и Вальске /старая модель/ толщина 2,6 мм. /см второй столбец табл. I и кривую на чертеже *1* /~~черный цвет~~ *цифрой 9*./ Она близка к кривой пропускания известного в литературе стекла 2745 и как видно, имеет гораздо более *пологий* характер при меньшем общем пропускании этого стекла, однако, в последнее время в заграничных пиromетрах отказались.

си 1931
тр. 212/.

Пропускания этих стекол были перечислены на толщину 2 миллиметра и сличены с кривыми пропускания данными в каталоге *Шопина* *Liste* 4213.

Рис. 1.



стр. 9, и было найдено, что сорт 4512 близок к стеклу R 92, а 2745 к стеклу R 93.

Из каталога Шоттовских фильтров, видно, что наибольшей монохроматичностью обладают стекла R 92 и R 95.

Последнее при толщине 2 мм практически начинает пропускать только с 0,65 микрона, тогда как R 92 начинает пропускать с 0,60 микрона. Однако стекло R 95 имеет очень слабое общее пропускание вследствие чего неприемлемо для пирометрирования ких температур.

На том же чертеже № I приведены для сравнения взятые из литературы данные о ряде фильтров, изученных различными авторами: стекло 4512 толщиной

3 мм ^{Нюффман} _{обозначено номер 1} 1923 / *Zeit. f. Phys.* 1923, XVII, p. 1/, стекло 4512, толщиной 5,8 мм. ^{или герм. обоз. №} Hyde, Cady, Forsythe (*Astron. Journ.* 1915. v. 42. p. 294), 4212, толщиной 2,93 мм. Forsythe *J. Opt.* 1925. v. 10, p.

^{списано} 4512, толщиной 6 мм, изученное *Reyches* в 1932 / *Journ. de physique et le Radium*. 3, p. 486. ~~1931~~ 1932. об. 3 1085-1095 5., 1932/.

Стекло Шотта 2745 при толщине 3,2 мм / *Toole, Bull. Bur. Stand.* 12, p. 489/ 1916/; стекло фирмы Корнинг ^{обозначено №} толщиной 3 мм, изученное *Fairchild, Hoover, Peloss* в 1929 г. / *Bull. Stand. J. R.* 2, (1929/), стекло фирмы Корнинг / марка 50 % / *Forsythe, J. Opt.* 1921 N. 7, p. 494/ толщиной 10 мм. ^{обозначено на герм. № 7.}

Здесь не приведена кривая пропускания красного

см. кривые № 10

стекла с завода ИЗОС типа R 92 толщиной 3.25 мм.

На следующем рис. 2 изображены кривые пропускания для ряда красных стекол Изюмского завода, представленных ВОТИ и исследованных в ГОИ.

Пропускания образцов определялись в Цветовой Лаборатории ГОИ с помощью спектрофотометра Конига Мартенса. Представленные на чертеже кривые выражают пропускания образцов стекол, перечисленные для сравнения на одинаковую толщину 3 мм.

Кривые 1, 2, 3, 4, и 5 относятся к образцам под соответствующими номерами, кривая А ^{ми} относится к образцу стекла с ИЗОС^а, имеющемуся в Цветовой Лаборатории ГОИ толщиной 3.25 мм уже представленному на предыдущем чертеже.

Для этого стекла пересчет произведен и на толщину 3 мм и на 2 мм и 1 мм, что и изображено ^{пунктирными} кривыми A_3 - при толщине 3 мм, A_2 - при 2 мм и A_1 при 1 мм.

Далее нами была определена эффективная длина волны наших светофильтров от пирометра Шмидт и Гейч, пи ^{упомянутом} пирометра Сименса и для ^{толщ. 3,25 мм} стекла с завода ИЗОС, и начерчены графики зависимости эффективной длины волны от температуры излучателя.

Эти результаты приведены в табл. № 2 и на чертеже № 3.

Предельная эффективная длина волны определялась

по формуле

$$\lambda_{\text{eff}} = \frac{\int_0^{\infty} b_{\lambda T} v_{\lambda} \tau_{\lambda} d\lambda}{\int_0^{\infty} \frac{b_{\lambda T} v_{\lambda} \tau_{\lambda} d\lambda}{\lambda}}$$

где $b_{\lambda T}$ есть интенсивность излучения при абсолютной температуре T и длине волны λ рассчитанная по закону Вина для видимой области, v_{λ} - видимое при длине волны λ и τ_{λ} спектральное пропускание фильтра /отношение энергии прошедшей сквозь фильтр и энергии падающей на фильтр/. Интегралы найдены по способу суммирования ординат.

Здесь же на чертеже ^{в3} для полноты представлены ход изменения эффективной длины волны с температурой для ряда фильтров, изученных различными авторами. На рассмотрении этих данных видно, что у лучших фильтров изменение эффективной длины волны не превышает 0,008 м и при переходе от 1000°K к 2000°K или 0,006 м при переходе от 1000°K и 1800°K /ср табл. 3/.

Абсолютная величина эффективной длины волны несколько различна у различных фильтров, что может быть обусловлено толщиной фильтра из одного и того же стекла. См. кривые для стекла 4512 при толщине 53 мм и 6 мм у *Reyches 1932*. При достаточно узкой спектральной области пропускания фильтра порядка 100 мμ можно с достаточной для практических целей точностью выразить зависимость эффективной длины волны светофильтра от абсолютной температуры излучателя, при помощи формулы вида $\lambda_{\text{eff}} = \lambda_0 + \frac{b}{T}$, где λ_0 есть константа, зависящая от толщины стекла, а b от сорта стекла.

Из этой формулы видно, что при изменении толщины и
ни изменяется абсолютная величина λ_{eff} , но раз-
ности в эффективной длине волны при двух соот-
ветствующих температурах при разных толщинах од-
ного и того же сорта стекла остаются одинаковыми ^{принадлежат}

Это обстоятельство позволяет, изменяя толщи-
ну стекла смещать λ_{eff} в желаемую сторону, не из-
меняя качеств фильтра, то есть не изменяя разно-
сти в эффективной длине волны для соответствую-
щих температур.

Из сопоставления качеств лучшего образца стек-
ла завода ИЗОС с качествами других стекол, при-
меняемых в оптических пирометрах, видно, что изме-
нение эффективной длины волны с температурой изм-
меняется, ^у ~~ни~~ этого стекла несколько меньше, чем
у исследованных нами светофильтров микропиромет-
ра Шмидт и Генч и ряда фильтров, рекомендо-
ванных в литературе, причем это достигается при меньшей
толщине стекла чем обычно.

Из этого вытекает, что Изымское стекло обла-
дает весьма высокими качествами и вполне пригод-
но для окулярных фильтров.

В слое 2 мм оно близко по характеру своего
пропускания к стеклу 4512, из которого, обычно,
делаются лучшие светофильтры. Единственным его
недостатком является несколько меньшая интеграль-
ная прозрачность, что может лишь отразиться в
затруднительности отчетов при низких темпера-
турах.

Расчет показывает, что интегральный световой поток, пропускаемый фильтром из стекла ИЗОС при толщине 3,25 мм при 1400°К равен интегральному потоку, пропускаемому стеклом микропирометра Геннинга /в мм/ при 1000°К. В то же время общее пропускание стекла ИЗОС в слое 3,25 мм не только значительно превышает прозрачность стекла старой модели пирометра Са и Гальске, при 2,4 мм, но и превышает пропускание фильтра 4512, исследованного *Torrey* "ом /при толщине 2,93 мм/, и стекла 4512 изученного *Kyle, Candy, и Torrey*" ом при 5,8 мм.

Кроме того *Torrey* *Jos. A. S. p. 497, 1921/* показал, что при всяких температурах можно успешно пользоваться оптическим пирометром без монохроматического фильтра, так при отсчете температуры по пирометру со стеклом /толщ. 5 мм/ 1140°К ^{уничтожил} без стекла получаются показания 1141,3°, что лежит в пределах точности наблюдений.

На основании вышесказанного выработаны технические условия для красных светофильтров для оптических пирометров, согласованные с цветовой лабораторией ГИИ, которые при сем прилагаются

Зам. Директора ГИИ по научной части ак.

/Вавилов/

Нач-к Сектора Прикладной Физической
Оптики

/Лебедев/

Рук. группы инфракрасных излучений
и оптической пирометрии

М. Кошкин

/Зряев/

Исполнитель работы старш. научн. сотр.

Технические условия для монохроматических светофильтров
 оптических пирометров.

Технические условия для красных стекол оптических пирометров, на основании вышеизложенного могут быть сформулированы следующим образом.

1. В качестве типичного стекла принимается красное стекло завода ИЗОС, дающее следующий ход пропускания с крупным подтоном в интервале $620 - 550$ мм.

Длина волны в микронах	прозрачность	Плотность /отриц. логариф. прозр./
------------------------	--------------	------------------------------------

0,52	меньше, 0,01.	
0,53	0,03	1,52
0,64	0,22	0,56
0,65	0,54	0,27
0,66	0,72	0,14
0,67	0,79	0,10
0,68	0,83	0,09
0,69	0,86	0,07
0,70	0,87	0,08

- Кривая прозрачности может быть смещена вдоль шкалы для волн при неизменной крутизне на ± 10 мм.
- При длинах волн больших 670 мм стекло должно пропускать не меньше 70 %.
- При длине волн 620 мм спектральная прозрачность стекла должна быть не больше 1 % от прозрачности при 670 мм и резко спадать в сторону коротких волн.
- Толщина стекла удовлетворяющего указанным условиям должна быть в пределах от 2 до 5 мм.
- Стекло не должно иметь видимых на глаз пузырей и неоднородностей.

7/Поверхность светофильтров должна быть полирована
/зеркальная полировка/.

Начальник Сектора Прикладной Физической
Оптики ГИИ

/Лебедев/

Руковод. группы инфракрасных излучений
и оптической метрологии

М. Горин

/Горин/

Завед. Цветовой Лаборатории
ГИИ

А. Домкина

/Домкина/

Таблица № I

Спектральное пропускание фильтров.

Длина волны в микронах	Стекло от пирометра Гейнинга Фари. Шмидт и		Стекло от пирометра Гольборна фирмы Сумене (старая модель)		Стекло с завода ИЗОС тип k 92
	толщ. 5 мм	переч. на 3мм	толщина 2,6 мм	толщина 3,25 мм	перечислено на толщ. 3
0.600			0,0012		
0.610			0,0075		
0.620	0.035	0.0575	0.02980		
0.630	0.162	0.231	0.0530	0.030	0.0378
0.640	0.570	0.717	0.110	0.220	0.243
0.650	0.790	0.844	0.154	0.540	0.567
0.660	0.852	0.875	0.193	0.720	0.737
0.670	0.877	0.889	0.242	0.790	0.795
0.680	0.877	0.889	0.287	0.825	0.837
0.690	0.981	0.890	0.324	0.865	0.865
0.700	0.885	0.892	0.368	0.870	0.870
0.710	0.895	0.897	0.410		
0.720			0.452		
0.730			0.493		
0.740			0.534		

Г. НАУЧ. ВИДЕО...

Т а б л и ц а № 2.

Абсолютная
температура
излучателя
Т

Пределные эффективные длины волн.

Фильтр пи-
рометра Ген-
нинга Фирмы
Шмидт и Генч
толщ 6 м/м

Фильтр пи-
рометра Голь-
борн
Фирмы Сименс
(старая модель).

Стекло красное
завода ИЗОС
типа R92,
толщиной 3,25 мм

1000°	0,657 ₄	0,662 ₀	0,660 ₅
1200°	0,655 ₉	0,657 ₉	0,659 ₂
1400°	0,654 ₇	0,655 ₂	0,658 ₂
1600°	0,653 ₈	0,652 ₉	0,657 ₅
1800°	0,653 ₀	0,651 ₉	0,657 ₀
2000°	0,652 ₄		0,656 ₇
2200°	0,652 ₈		0,656 ₄
2400°	0,651 ₄		0,656 ₂
2600°	0,651 ₅		0,656 ₀
2800°	0,651 ₃		0,655 ₈
3000°	0,651 ₁		0,655 ₇

пределная эффективная
длина волны в микронах

название
фильтра

при $T = 1000^\circ K$ при $T = 1800^\circ K$ при $T = 3000^\circ$

красное стекло микрошпрометра Теннинга толщ. 6 мм	0,637 ₈	0,653 ₁	0,651 ₁
красное стекло шпрометра Сименса толщиной 2,5 мм	0,662 ₇	0,651 ₉	
красное стекло Шотт 4512 толщ. 3 мм Горфман 1923	0,654 ₈	0,649 ₈	0,647
стекло Шотт 4512 толщ. 5,8 мм <i>Hyge, Cady, Forsythe 1918</i>	0,667 ₂	0,668 ₈	0,661 ₁
стекло Шотт 4512 толщ. 3,2 мм <i>Fuchs, 1916</i>	0,657 ₈	0,648 ₇	0,645 ₁
стекло зав. 1900 типа R 92 толщ. 3,25 мм.	0,660 ₅	0,657 ₀	0,655 ₇
стекло Шотт 4512 толщ. 6 мм / <i>Feyh's 1932</i>	0,660 ₀	0,654 ₄	0,651 ₉
стекло Шотт 4512 толщ. 3 мм	0,654 ₄	0,649 ₈	0,647 ₁

НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
И.К.Т.И.

разница в эффективности длины
волн. $\lambda_{1000} - \lambda_{3000}$ $\lambda_{1000} - \lambda_{1200}$ 0,006₇0,004₇

0,0102

0,007

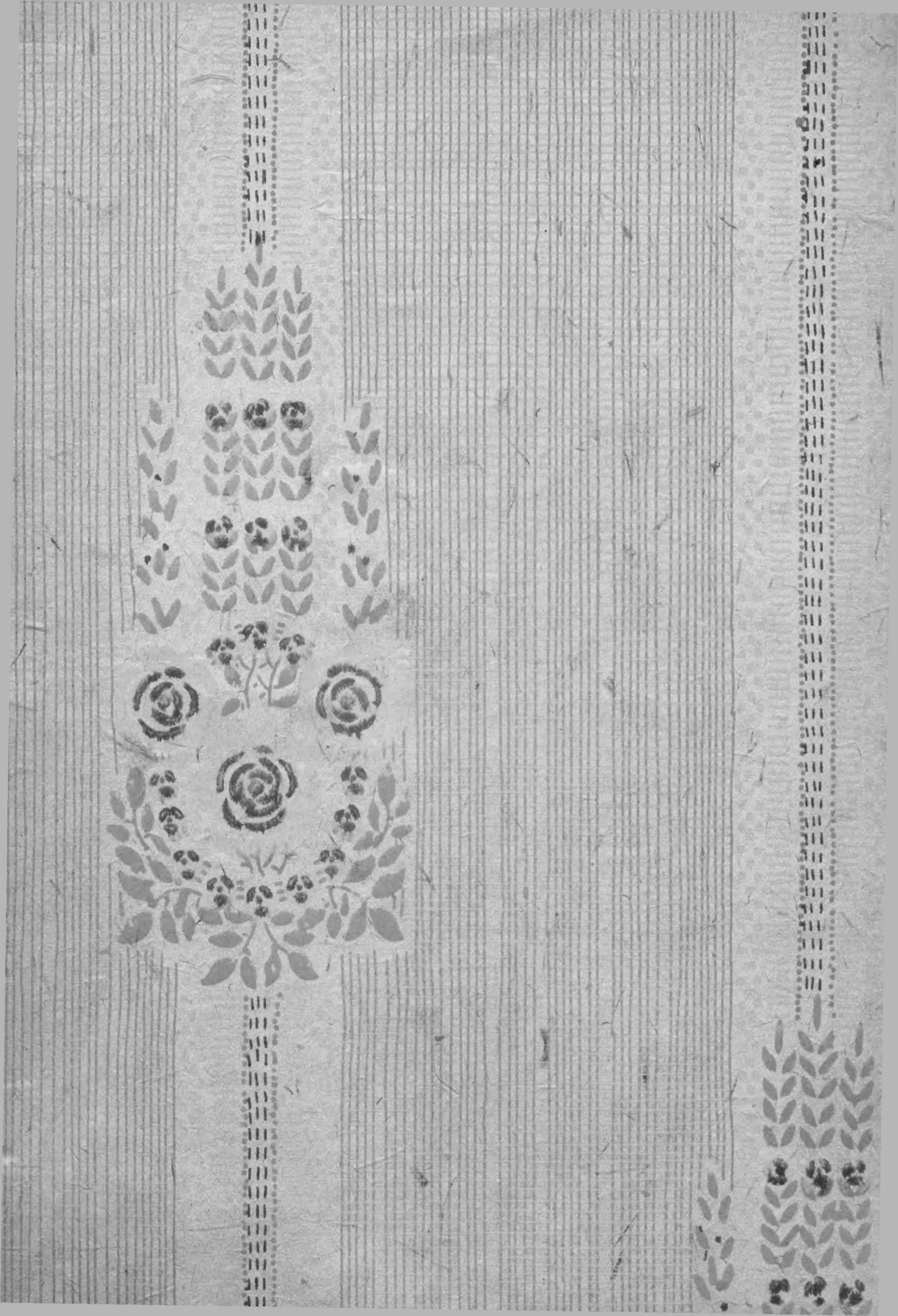
0,004₂0,006₁0,003₄0,012₇0,009₁

0,0048

0,0025

0,008₁0,005₆

0,007



0,13K

JHC

13682