ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ
(ФГУП ВНИИР)

ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ФГУП ВНИИР

по научной работе

М.С. Немиров

"21" 2007 г.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И Я

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЛОТНОСТИ И ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ 7827 И 7829 МЕТОДИКА ГРАДУИРОВКИ

МИ 3120-2008

Казань

2007

gost.e-ecolog.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА	Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии (ФГУП ВНИИР)
ИСПОЛНИТЕЛИ	Фишман И.И., Ибрагимов Т.Ф., Мубаракшин М.Р.
РАЗРАБОТАНА	ООО "ИМС Индастриз"
ИСПОЛНИТЕЛИ	Аблина Л.В., Быкадоров С.В., Ремеева А.Ф., Сафонов А.В.
2 УТВЕРЖДЕНА	ФГУП ВНИИР
	21 декабря 2007 г.
3 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	ФГУП «ВНИИМС»
	04 июня 2008 г.
4 ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ	

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена без разрешения ОАО «АК «Транснефть» и ООО «Балтнефтепровод»

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Операции градуировки 1
4 Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы 1
5 Требования безопасности 3
6 Условия градуировки 3
7 Подготовка к градуировке 3
8 Проведение градуировки 4
9 Обработка результатов измерений 5
10 Оформление результатов градуировки 7
Приложение А Подготовка градуировочных жидкостей 8
Приложение Б Схема градуировки преобразователя вязкости на месте эксплуатации 9
Приложение В Схема градуировки преобразователя вязкости в лаборатории 10
Приложение Г Форма протокола градуировки преобразователя вязкости 11
Приложение Д Форма сертификата градуировки преобразователя вязкости 12

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ **Преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7827 и 7829** **Методика градуировки**	МИ 3120-2007

1 Область применения

Настоящая рекомендация распространяется на преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7827 в комплекте со вторичными преобразователями сигналов (контроллерами) типов 7945V, 7946V, 7951, 7955, либо со вторичными преобразователями сигналов других типов, внесенными в Государственный реестр СИ в установленном порядке и имеющими аналогичные характеристики, а также на преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7829 (далее - преобразователи вязкости), и устанавливает методику градуировки канала измерения динамической вязкости.

Градуировку вискозиметра проводят в динамическом режиме.

2 Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 982-80 Масла трансформаторные. Технические условия

ГОСТ 5789-78 Реактивы. Толуол. Технические условия

ГОСТ 14710-78 Толуол нефтяной. Технические условия

ГОСТ 20799-88 Масла индустриальные. Технические условия

3 Операции градуировки

При проведении градуировки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (8.1);
- опробование (8.2);
- определение коэффициента вискозиметра V1 на месте эксплуатации (8.3);
- определение коэффициентов вискозиметра V0, V1, V2 в лаборатории (8.4).

4 Средства измерений, вспомогательные устройства и материалы

4.1 При проведении градуировки применяют поверочную установку УППВ составе:

4.1.1 Вискозиметр Штабингера SVM3000 с относительной погрешностью измерения динамической вязкости не более 0,35 %.

4.1.2 Преобразователь плотности и вязкости жидкости измерительный модели 7829M эталонный (далее - эталонный преобразователь вязкости) с пределами допускаемой приведенной погрешности измерения вязкости ± 0,5 %, с пределами допускаемой погрешности измерения температуры ± 0,05 ^{0}C в диапазоне измерения температур от 0 до 50 ^{0}C.

4.1.3 Компьютер (ноутбук) с лицензионным программным обеспечением ADView фирмы «Solartron Mobrey Limited», аттестованным в установленном порядке.

4.1.4 Термометр цифровой малогабаритный ТЦМ 9410 с абсолютной погрешностью не более ± 0,03 ^{0}C в диапазоне измерения температур от 0 до 50 ^{0}C.

4.1.5 Насос для перекачивания поверочной (градуировочной) жидкости с возможностью регулирования расхода в диапазоне от 1 до 2 м3/час.

4.1.6 Термостат с абсолютной погрешностью поддержания температуры не более 0,05 ^{0}C.

4.1.7 Набор термометров с абсолютной погрешностью не более ± 0,03 ^{0}C в диапазоне измерения температур от 0 до 50 ^{0}C

4.1.8 Расходомер CRA с MRT 97 с относительной погрешностью не более 5 %.

4.1.9 Преобразователь сигналов (конвертер) RS485/RS232 ADAM 4520, ADAM 4561.

4.1.10 Компьютерный кабель-переходник RS232/USB или RS232/ RS232.

4.1.11 Кабель из двух пар экранированных проводов для подключения питания эталонного преобразователя вязкости и преобразователя (конвертера) RS485/RS232.

4.1.12 Блок питания постоянного тока ± 24 В для эталонного преобразователя вязкости, в соответствии с руководством по эксплуатации преобразователя вязкости.

4.1.13 Измерительная камера для эталонного преобразователя вязкости, изготовленная в соответствие с требованиями фирмы-изготовителя, изготовленная по чертежу Приложения Е.

4.2 Градуировочные жидкости для каждого поверяемого поддиапазона измерения вязкости поверяемого преобразователя вязкости, подготовленные в соответствии с Приложением А и имеющие значения вязкости приближенно равные начальной, средней и верхней точке поверяемого диапазона измерения вязкости.

4.3 Толуол по ГОСТ 5789 или ГОСТ 14710.

4.4 Ветошь.

Применяемые средства измерений должны быть поверены, иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

5 Требования безопасности

При проведении градуировки выполняют следующие требования:

- градуировку проводят в помещениях, оборудованных средствами пожаротушения и оснащенных приточно-вытяжной вентиляцией и вытяжными шкафами;

- легковоспламеняющиеся жидкости хранят в стеклянных бутылях с притертыми пробками или в металлических канистрах в специально предназначенных для этого металлических шкафах или помещениях;

- соблюдают правила безопасности, изложенные в эксплутационной документации на установку для поверки вискозиметров УППВ и градуируемый вискозиметр;

- соблюдают правила безопасности труда, действующие на объекте, где проводят градуировку.

6 Условия градуировки

При проведении градуировки на месте эксплуатации должны соблюдаться следующие условия:

- время между началом пуска потока нефти через градуируемый и эталонный преобразователи вязкости и началом снятия показаний не менее 30 мин;

- разность температуры нефти по показаниям градуируемого и эталонного преобразователей вязкости, не более суммы их допускаемых абсолютных погрешностей.

- изменение температуры нефти за время одного измерения не более чем 0,05 ^{0}C;

- изменение вязкости нефти за время одного измерения не более чем 0,1 сПз (0,1 мПа·с) при значениях вязкости до 10 сПз (10 мПа·с) включительно, и не более чем 0,2 сПз (0,2 мПа·с) при значениях вязкости от 10 сПз (10 мПа·с) до 100 сПз (100 мПа·с).

При проведении градуировки в лаборатории должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха в помещении лаборатории, ^{0}C 20±5;
- атмосферное давление, кПа 101,3±4;
- относительная влажность окружающего воздуха в помещении лаборатории не более, % 80;
- температура градуировочной жидкости в момент снятия показаний , ^{0}C 20±0,1;
- монтаж градуируемого вискозиметра произведен в соответствии с требованиями технической документации.

7 Подготовка к градуировке

Перед проведением градуировки выполняют следующие работы:

7.1 При градуировке в БИК:

7.1.1 Подготавливают средства градуировки и градуируемый преобразователь вязкости к работе в соответствии с требованиями технической документации и со схемой, приведенной в приложении Б.

7.1.2 Устанавливают расход нефти в БИК в пределах рабочего диапазона расхода.

7.1.3 Проверяют отсутствие протечек в местах соединения.

7.1.4 Подключают эталонный преобразователь вязкости к компьютеру и питанию в соответствии с требованиями технической документации.

7.1.5 Запускают на компьютере программу ADView, проверяют правильность подключения и конфигурирования эталонного преобразователя вязкости.

7.2 При градуировке на поверочной установке в лаборатории:

7.2.1 Подготавливают средства градуировки и градуируемый преобразователь вязкости к работе в соответствии с требованиями технической документации и со схемой градуировки, которая приведена в приложении В.

7.2.2 Устанавливают температуру градуировочной жидкости согласно разделу 6.

8 Проведение градуировки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Проверяют соответствие комплектности, типа, маркировки и заводского номера градуируемого преобразователя вязкости заводскому сертификату калибровки. Проверяют отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия виброэлемента (типа камертонной вилки).

8.1.2 Проверяют значения градуировочных коэффициентов, а так же значение коэффициента масштабирования динамической вязкости (значение коэффициента масштабирования для сПз должно быть установлено равным единице), введенных в контроллер (или в электронный блок) градуируемого преобразователя вязкости.

8.2 Опробование

Проверяют исправность электрической схемы и работу преобразователя вязкости согласно инструкции по эксплуатации.

8.3 Определение коэффициента преобразователя вязкости V1.

8.3.1 Выполняют измерение, при этом фиксируют не менее 20-ти значений наблюдений:

- коэффициента добротности градуируемого преобразователя вязкости;

- динамической вязкости по эталонному преобразователю вязкости, сПз (мПа·с).

8.3.2 За результаты измерения вязкости эталонным преобразователем вязкости и коэффициента добротности градуируемого преобразователя вязкости принимают

соответствующие средние арифметические значения серии наблюдений.

8.3.3 Вычисляют градуировочный коэффициент преобразователя вязкости $V1'$ по п.8.1. и определяют погрешность измерений вязкости градуируемым преобразователем вязкости с новым коэффициентом $V1'$ по рекомендации «Преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7827 и 7829. Методика поверки на месте эксплуатации». Если погрешность измерений вязкости не превышает предела допускаемой погрешности, указанного в рекомендации «Преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7827 и 7829. Методика поверки на месте эксплуатации», то коэффициенты V0, V2 не определяют. Если погрешность измерений вязкости превышает предела допускаемой погрешности, указанного в рекомендации «Преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7827 и 7829. Методика поверки на месте эксплуатации», то проводят градуировку преобразователя вязкости на поверочной установке.

8.4 Определение коэффициентов вискозиметра V0, V1, V2 производится на трех градуировочных жидкостях (30 %, 60 %, 90 % от калиброванного диапазона).

8.4.1 Заполняют установку градуировочной жидкостью с наименьшей вязкостью (30% от калиброванного диапазона). Включают циркуляционный насос.

8.4.2 Устанавливают температуру жидкости 20±0,1 ^{0}C.

8.4.3 Термостатируют градуировочную жидкость не менее 30 мин.

- изменение температуры нефти за время одного измерения не более чем 0,05 ^{0}C;

- изменение вязкости нефти за время одного измерения не более чем 0,1 сПз (0,1 мПа·с) при значениях вязкости до 10 сПз (10 мПа·с) включительно, и не более, чем 0,2 сПз (0,2 мПа·с) при значениях вязкости от 10 сПз (10 мПа·с) до 100 сПз (100 мПа·с).

8.4.4 Фиксируют не менее 15-ти значений наблюдений:

- коэффициента добротности градуируемого преобразователя вязкости;

- динамической вязкости по эталонному преобразователю вязкости, сПз (мПа·с).

8.4.5 За результаты измерения вязкости эталонным преобразователем вязкости и коэффициента добротности градуируемого преобразователя вязкости принимают соответствующие средние арифметические значения серии наблюдений.

8.4.6 Операции по п.п. 8.3.1-8.3.4 повторяют при среднем и наибольшем значениях каждого градуируемого поддиапазона.

8.4.7 Вычисляют градуировочные коэффициенты преобразователя вязкости V0, V1, V2 по п.9.2.

9 Обработка результатов измерений

9.1 Значение коэффициента $V1'$ рассчитывают по формуле

$$V1' = V1 + Q^2 * (\eta_0 - \eta_{расч}) \quad (1)$$

где $V1'$ - новое значение калибровочного коэффициента V1;

V1 – калибровочный коэффициент из сертификата градуировки;

Q - результат измерения коэффициента добротности градуируемого вискозиметра;

η_0 – результат измерения динамической вязкости эталонным преобразователем вязкости, сПз;

$\eta_{расч}$ – значение динамической вязкости, рассчитанное по формуле

$$\eta_{расч} = V0 + V1/Q^2 + V2/Q^4, \quad (2)$$

где V0, V1, V2 – градуировочные коэффициенты градуируемого преобразователя вязкости из сертификата градуировки.

9.2 Значения коэффициентов V0, V1, V2 для каждого поддиапазона измерения динамической вязкости преобразователя вязкости рассчитывают по формулам (3), (4) и (5), соответственно:

$$V0 = \frac{\alpha_4\cdot\alpha_2\cdot\alpha_{01} + \alpha_3\cdot\alpha_{11}\cdot\alpha_2 + \alpha_{21}\cdot\alpha_3\cdot\alpha_1 - \alpha_{21}\cdot\alpha_2^2 - \alpha_3^2\cdot\alpha_{01} - \alpha_4\cdot\alpha_{11}\cdot\alpha_1}{\alpha_4\cdot\alpha_2 + 2\cdot\alpha_3\cdot\alpha_1\cdot\alpha_2 - \alpha_2^3 - \alpha_4\cdot\alpha_1^2 - \alpha_3^2}, \quad (3)$$

$$V1 = \frac{\alpha_4\cdot\alpha_{11} + \alpha_{21}\cdot\alpha_1\cdot\alpha_2 + \alpha_2\cdot\alpha_3\cdot\alpha_{01} - \alpha_2^2\cdot\alpha_{11} - \alpha_4\cdot\alpha_1\cdot\alpha_{01} - \alpha_{21}\cdot\alpha_3}{\alpha_4\cdot\alpha_2 + 2\cdot\alpha_3\cdot\alpha_1\cdot\alpha_2 - \alpha_2^3 - \alpha_4\cdot\alpha_1^2 - \alpha_3^2}, \quad (4)$$

$$V2 = \frac{\alpha_{21}\cdot\alpha_2 + \alpha_3\cdot\alpha_1\cdot\alpha_{01} + \alpha_2\cdot\alpha_{11}\cdot\alpha_1 - \alpha_2^2\cdot\alpha_{01} - \alpha_{21}\cdot\alpha_1^2 - \alpha_3\cdot\alpha_{11}}{\alpha_4\cdot\alpha_2 + 2\cdot\alpha_3\cdot\alpha_1\cdot\alpha_2 - \alpha_2^3 - \alpha_4\cdot\alpha_1^2 - \alpha_3^2}, \quad (5)$$

где α_1, α_2, α_3, α_4, α_{01}, α_{11}, α_{21} – коэффициенты, рассчитываемые по формулам (6), (7), (8), (9), (10), (11) и (12), соответственно

$$\alpha_1 = \Sigma(1/Q^2_j)/3, \quad (6)$$

$$\alpha 2 = \Sigma(1/Q2j)2/3, \quad (7)$$

$$\alpha_3 = \Sigma(1/Q^2_j)^3/3, \quad (8)$$

$$\alpha_4 = \Sigma(1/Q^2_j)^4/3, \quad (9)$$

$$\alpha_{01} = \Sigma\eta_{oj}/3, \quad (10)$$

$$\alpha_{11} = \Sigma((1/Q^2_j)\cdot\eta_{oj})/3, \quad (11)$$

$$\alpha_{21} = \Sigma((1/Q^2_j)^2\cdot\eta_{oj})/3, \quad (12)$$

где j – номер градуировочной жидкости (для каждого поддиапазона измерения динамической вязкости преобразователя вязкости значение j изменяется от 1 до 3);

η_{oj} – результат измерения динамической вязкости j-той градуировочной жидкости

эталонным преобразователем вязкости, мПа·с (сПз);

Q_j – результат измерения коэффициента добротности градуируемого вискозиметра на j-той градуировочной жидкости.

10 Оформление результатов градуировки

10.1 Результаты градуировки оформляют в виде протокола по форме, приведенной в приложении Г.

10.2 По результатам градуировки преобразователя вязкости выдается сертификат градуировки по форме, приведенной в приложении Д.

10.3 Положительные результаты градуировки могут использоваться для оформления свидетельства о поверке.

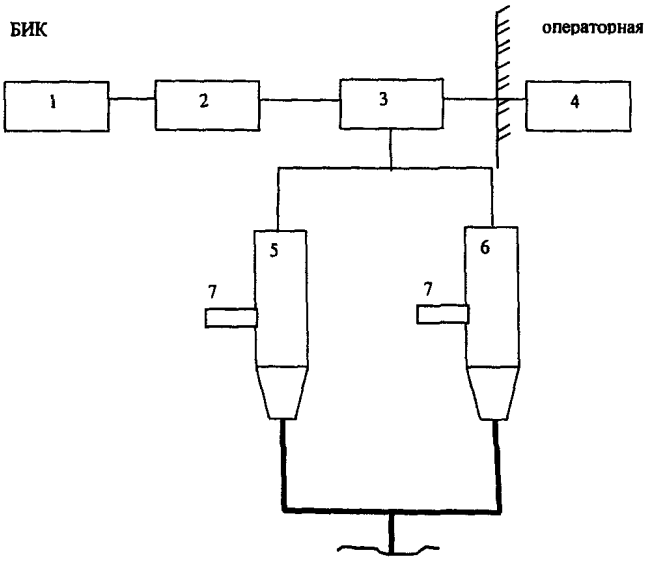
Приложение А
(рекомендуемое)
Подготовка градуировочных жидкостей

В качестве градуировочных жидкостей применяют следующие жидкости или смеси жидкостей, приготовленные из двух компонентов

Состав поверочной жидкости	Номинальное значение динамической вязкости при 20 ^{0}С, мПа·с (сПз)
Осветительный керосин [1] – 100 %	1,6
Осветительный керосин [1] – 65 % трансформаторное масло по ГОСТ 982 – 35 %	4
Осветительный керосин [1] – 38 % трансформаторное масло по ГОСТ 982 – 62 %	9
Осветительный керосин [1] – 24 % трансформаторное масло по ГОСТ 982 – 76 %	12
Осветительный керосин [1] – 13 % трансформаторное масло по ГОСТ 982 – 87 %	17
Индустриальное масло И-20А по ГОСТ 20799 – 100 %	59
Трансформаторное масло по ГОСТ 982 – 38 % индустриальное масло И-50А по ГОСТ 20799 – 62 %	90
Трансформаторное масло по ГОСТ 982 – 12 % индустриальное масло И-50А по ГОСТ 20799 – 88 %	180

Приложение Б
(рекомендуемое)

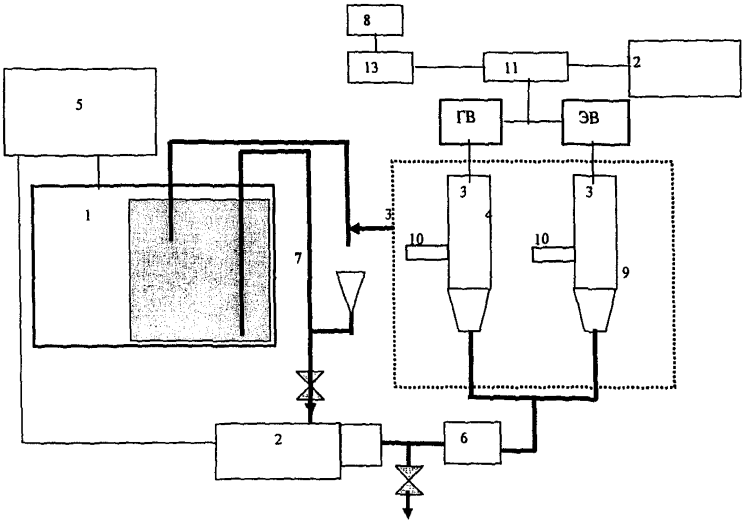
Схема градуировки преобразователя вязкости на месте эксплуатации



1. Блок питания вискозиметров
2. Блок искробезопасных барьеров
3. Преобразователи интерфейса RS 232/RS 485 (2шт.)
4. Компьютер (ноутбук)
5. Измерительная камера градуируемого вискозиметра
6. Измерительная камера эталонного вискозиметра
7. Термокарманы

Приложение В
(рекомендуемое)

Схема градуировки преобразователей вязкости в лаборатории



1. Термостат с градуировочной жидкостью
2. Насос
3. Измерительная камера градуируемого вискозиметра
4. Измерительная камера эталонного вискозиметра
5. Блок контроля и управления насоса и термостата
6. Расходомер
7. Узел заливочный
8. Блок питания вискозиметров
9. Технологическая сборка вискозиметров в термоизоляции
10. Термокарманы
11. Преобразователи интерфейса RS 232/RS 485 (2шт.)
12. Компьютер (ноутбук)
13. Блок искробезопасных барьеров

Приложение Г
(рекомендуемое)

Форма протокола градуировки преобразователя вязкости

ПРОТОКОЛ № _____
градуировки преобразователя вязкости

Тип градуируемого преобразователя вязкости _____ Тип эталонного преобразователя вязкости _____

Заводской номер _____ Заводской номер _____

Тип контроллера _____

Год выпуска _____

Владелец _____

Место проведения градуировки _____

Верхний предел измерений вязкости
диапазона калибровки преобразователя вязкости: η_{max} = _____ сПз (мПа·с).

Условия проведения градуировки: температура _____ ^{0}С; влажность _____ %; давление _____ кПа.

Исходные данные

Поддиапазон измерения динамической вязкости преобразователя вязкости, сПз (мПа·с)	Градуировочные коэффициенты градуируемого преобразователя вязкости		
	V0	V1	V2
от _____ до _____			

Результаты измерений и градуировки

Номер градуировочной жидкости, j	Результат измерения температуры, ^{0}С	Результат измерения коэффициента добротности градуируемого вискозиметра $Q_{тj}$	Результат измерения динамической вязкости эталонным преобразователем вязкости $\eta_{эj}$, сПз (мПа·с)
1			
2			
3			

Новые значения коэффициентов для данного поддиапазон измерения динамической вязкости преобразователя вязкости:

V0	V1	V2

Заключение _____

Подпись лица, проводившего градуировку

_____/и.о., фамилия/

Дата градуировки

« ___» _____ 200__ г

Приложение Д
(рекомендуемое)

Форма сертификата градуировки преобразователя вязкости

СЕРТИФИКАТ
градуировки преобразователя вязкости модели _____

Заводской номер _____

Тип контроллера _____

Условия проведения градуировки: температура _____ ^{0}C; влажность _____ %; давление _____ кПа.

Результаты градуировки
Показания преобразователя вязкости при температуре 20 ^{0}C

Вязкость (сПз) Коэффициент добротности

$$\eta = V0 + V1 * 1/Q^2 + V2 * 1/Q^4$$

Поддиапазон измерения динамической вязкости преобразователя вязкости, сПз (мПа•с)

от _____ до _____	от _____ до _____
V0 =	V0 =
V1 =	V1 =
V2 =	V2 =

Должность, подпись, И.О.Фамилия лица, проводившего градуировку

_____

Дата градуировки «____» _____ 200__ г.

Библиография

[1] ТУ 38401-58-10-90 Керосин осветительный. Технические условия

gost.e-ecolog.ru