

С. В. Плышевский, С. И. Кулешова

**МЕТОД И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
РАСТВОРИМОСТИ УДОБРЕНИЙ**

Эффективность применения минеральных удобрений зависит от многих факторов, в том числе от скорости растворения их в почве и усвоения растениями питательных элементов из образующихся почвенных растворов. Наиболее эффективны удобрения, растворяющиеся со скоростью, близкой к скорости усвоения питательных веществ растениями. Скорость растворения зависит от состава и способа получения удобрения, структуры гранул, особенностей водного режима, состава почв и почвенных растворов в зоне применения. Поэтому скорость растворения удобрений, установленная в лабораторных условиях и наблюдаемая в естественных условиях при агрохимических испытаниях, может различаться и весьма существенно. Однако, несмотря на относительный характер, экспериментальные данные имеют важное значение при разработке новых видов удобрений и оценке их качества.

Большинство описанных в литературе методов контроля растворимости удобрений [1, 2] имеют общий недостаток: растворение осуществляется в растворителе, в котором постоянно возрастает концентрация компонентов. Целесообразнее динамику перехода основных компонентов удобрения в растворитель исследовать в проточном режиме, обеспечивающем постоянство условий растворения. Наиболее близким к реальным условиям растворения удобрений в почве является метод изучения процесса растворения в почвенной колонке [3]. Меняя растворитель, наполнитель, скорость фильтрации растворителя, характер распределения удобрения в массе наполнителя, можно создать условия, максимально приближенные к естественным, а именно структуру почвы, гидродинамический режим, температуру, способ внесения удобрения в почву.

В настоящее время используют химические методы определения содержания азота, фосфора и калия — основных питательных веществ в минеральных удобрениях. Они позволяют обнаружить следовые количества элементов в пробах, так как данные методы имеют высокую из-

бирательность. Но при доступности их проведения, высокой чувствительности и селективности они мало пригодны для создания на их основе простых по устройству и обслуживанию высокопроизводительных, непрерывно действующих анализаторов.

Для автоматизированного определения скорости рас-

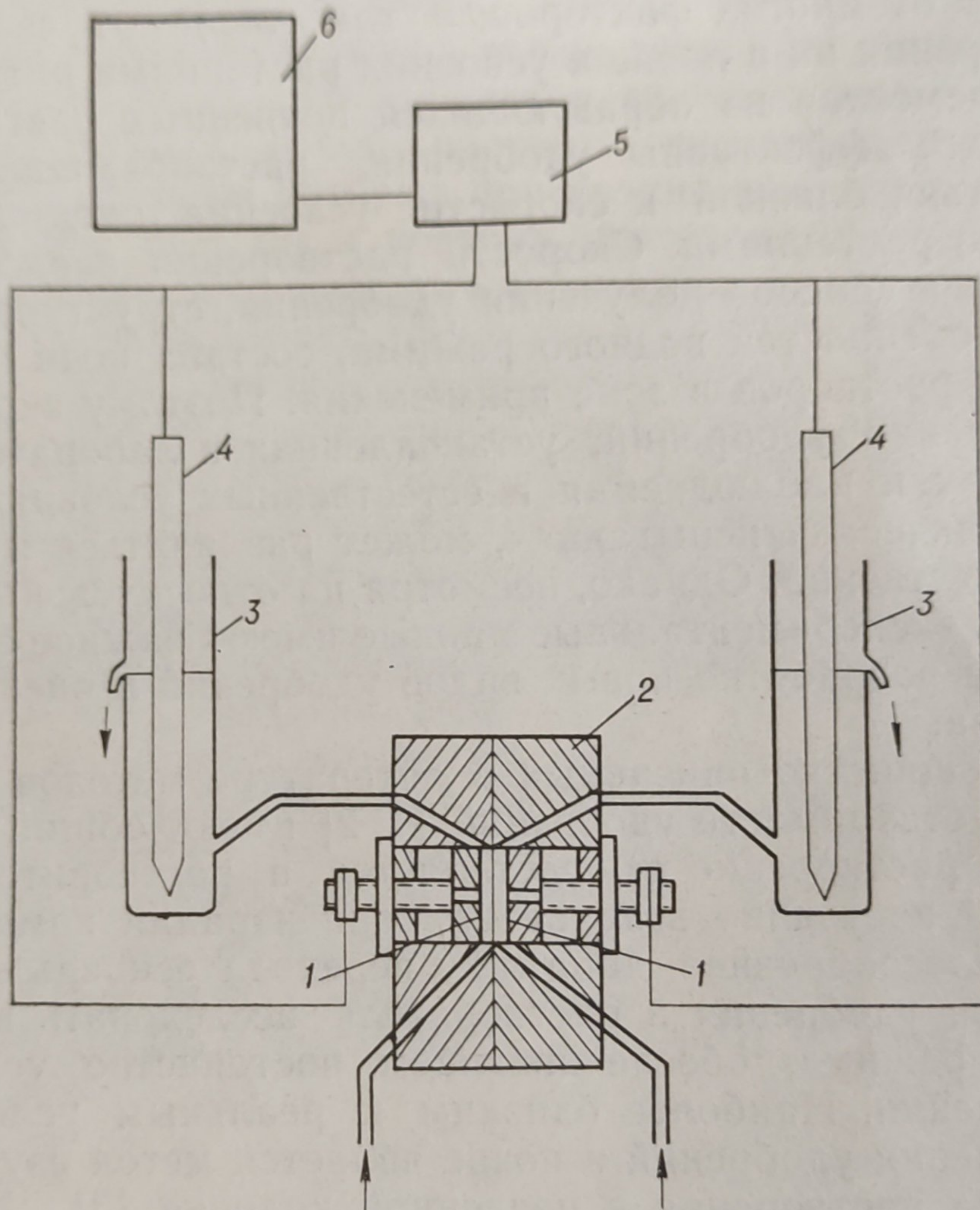


Рис. 1. Детектор концентрации растворенного вещества:
 1 — токопроводящие покрытия; 2 — камера; 3 — резервуар; 4 — электроды; 5 — магазин сопротивлений; 6 — автоматический записывающий потенциометр

творения удобрений в потоке растворителя была создана лабораторная установка, главный узел которой — детектор концентрации растворенного вещества [4].

Детектор концентрации (рис. 1) состоит из камеры, разделенной ионообменной мембраной на два отделения двух резервуаров, в которых размещены электроды срав-

нения, и измерительного устройства. Подвижные стенки камеры имеют токопроводящие покрытия. Электроды сравнения и токопроводящие покрытия стенок камеры подключены через магазин сопротивлений к измерительному устройству — автоматическому записывающему потенциометру.

Детектор работает следующим образом. Потoki эталонного и анализируемого электролитов проходят отделения камеры и поступают в резервуары с электродами сравнения. При этом измерительным устройством фиксируется электрический потенциал U электродов. Его значение обусловлено концентрацией ионов, находящихся в растворе, и их природой. Скорость потоков растворов и длительность пребывания анализируемого раствора в отделении камеры регулируются изменением объема камеры путем перемещения ее подвижной стенки, параллельной мембране. При определении концентрации неэлектролитов фиксируется электрический потенциал, возникающий на подвижных стенках камеры с токопроводящим покрытием. Появление разности потенциалов на покрытиях основано, по-видимому, на различии ориентационной адсорбции полярных молекул растворителя, в частности воды, и растворенного вещества у границы раздела фаз. При нахождении с обеих сторон мембраны чистого растворителя (воды) разность потенциалов отсутствует, так как адсорбционный потенциал адсорбированных у поверхности мембраны молекул растворителя с обеих сторон одинаков и взаимно компенсируется. При появлении у одной из сторон мембраны недиссоциированных молекул растворенного вещества, например мочевины, на границе раздела фаз, а именно у поверхности мембраны, дополнительно ориентируются диполи растворенного вещества, которые нарушают создавшееся равновесие потенциалов у мембраны, что вызывает скачок потенциала. Под влиянием образовавшегося заряженного слоя частиц происходит ориентация диполей на всю глубину жидкой фазы и скачок потенциала воспринимается токопроводящим покрытием стенок отделений камеры. Значение возникающего потенциала обусловлено числом адсорбированных молекул растворенного вещества, т. е. содержанием его в растворителе, дипольным моментом молекулы и степенью ориентации диполя.

При разработке методики определения скорости растворения удобрений с помощью рассмотренной установ-

ки было изучено влияние на получаемые результаты массы образца и скорости потока растворителя. Обнаружено, что зависимость максимума дифференциальной кривой динамики растворения от массы образца может быть выражена линейным уравнением $y = a + bx$, где a, b — переменные величины, меняющиеся при настройке прибора на другой режим работы; y — величина, соответствующая потенциалу, измеренному при заданном режиме работы; x — масса образца.

Уменьшение скорости потока растворителя приводит к резкому снижению максимума дифференциальной кривой растворения. При постоянных массе образцов удобрений и скорости потока растворителя наблюдается хорошая воспроизводимость кривых растворения, что свидетельствует о возможности применения рассматриваемого метода и лабораторной установки для изучения динамики растворения удобрений.

Методика была разработана для определения динамики растворения мочевины. Использование устройства в экспериментальных условиях показало, что продолжительность определения концентрации мочевины в потоке растворителя по сравнению с трудоемкими аналитическими методами [5] снижается в несколько десятков раз. Причем одновременно автоматически записывается кривая изменения концентрации мочевины в потоке растворителя.

Масса растворившейся мочевины и концентрация мочевины в вытекающем из почвенной колонки растворе могут быть рассчитаны на основании кривой процесса растворения (рис. 2) с использованием соответствующих математических зависимостей. Массу растворившейся мочевины за любое время от начала растворения образца q_i , кг, можно определить по уравнению $q_i = \frac{x}{S} \cdot S_i$, где x — масса образца, кг; S — площадь фигуры, ограниченной кривой растворения и осью абсцисс, м²; S_i — площадь фигуры, ограниченной кривой растворения от начала координат осью абсцисс и перпендикуляром, восстановленным в заданной точке оси абсцисс, м².

Концентрация мочевины c , кг/м³, может быть рассчитана по уравнению

$$c = \frac{q_{i_2} - q_{i_1}}{v(\tau_{i_2} - \tau_{i_1})},$$

где $(q_{i_2} - q_{i_1})$ — масса растворенной мочевины в порции растворителя, отобранной за промежуток времени $\tau_{i_2} - \tau_{i_1}$, кг;
 v — скорость потока растворителя, м³/с.

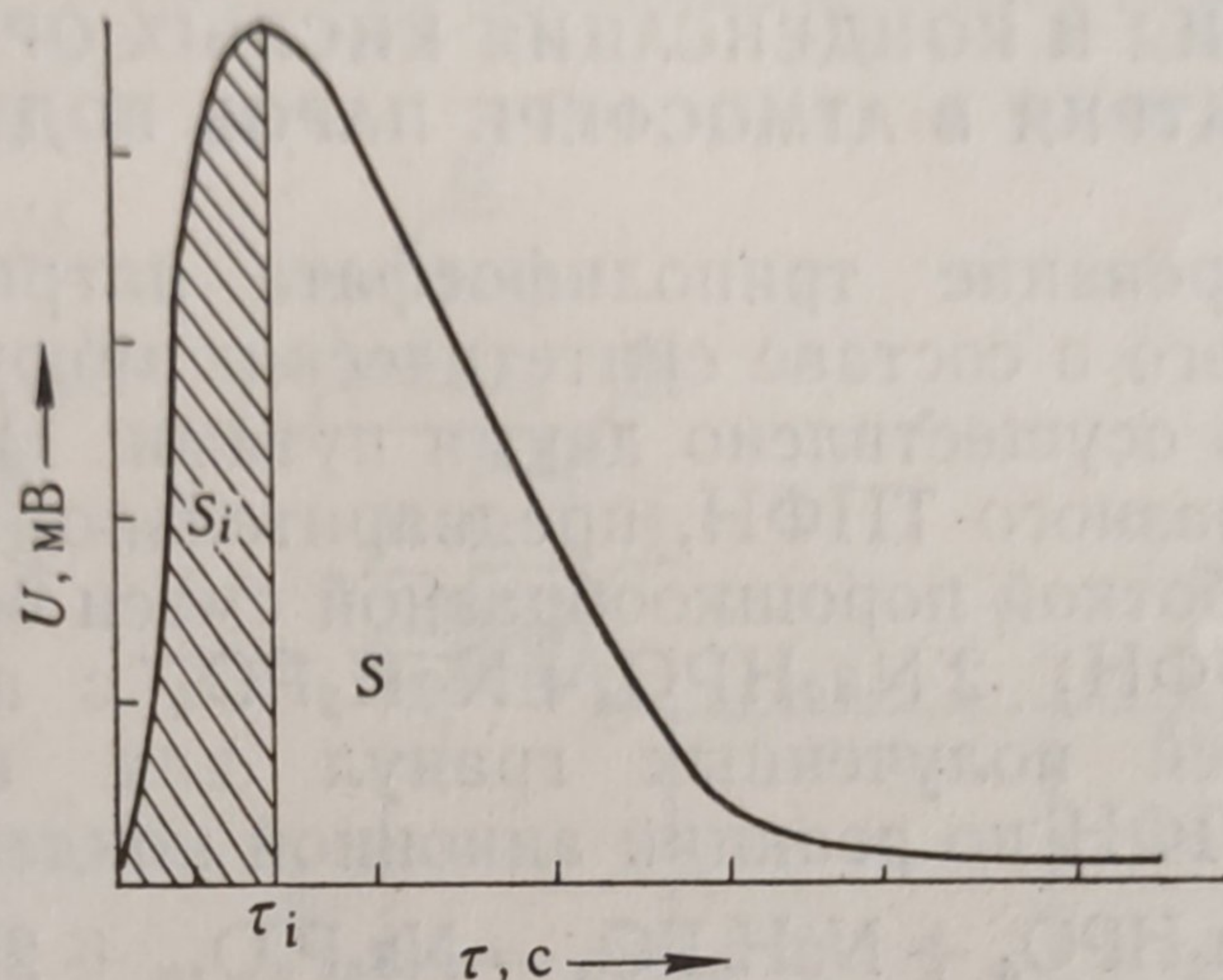


Рис. 2. Кинетическая кривая процесса растворения образца мочевины

ЛИТЕРАТУРА

1. Пенчева Л. А., Копылев Б. А., Позин М. Е. О скорости растворения некоторых минеральных удобрений // Изв. вузов СССР. Сер. Химия и хим. технология.— 1967.— № 3.— С. 319.
2. Здановский А. Б. Кинетика природных солей в условиях вынужденной конвекции.— Л., 1965.— 219 с.
3. Батюк В. П. Применение полимеров и поверхностно-активных веществ в почве.— М., 1978.— 242 с.
4. А. с. 1124213 СССР, МКИ³ С 01 N 27/28. Устройство для определения концентрации веществ в потоке растворителя / С. В. Плышевский, А. И. Кудрявцев, С. И. Кулешова, В. В. Печковский (СССР).— № 3628716/24—25; Заявлено 27.07.83; Опубл. 15.11.84, Бюл. № 42.— 1 с.
5. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / Под ред. И. К. Кротовой.— М., 1975.— 215 с.