УДК 622.831

В.Л.ДИМЧИНА
Горный факультет, аспирант кафедры разработки месторождений подземным способом

О ВЫБОРЕ КРИТЕРИАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПАРАМЕТРА ПРИ ОБОСНОВАНИИ РАЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ

Технологии, реализуемые в настоящее время на Ленинградском месторождении горючих сланцев, характеризуются завышенными размерами охранных целиков, что приводит к заниженному извлечению полезного ископаемого из недр. В основе отмеченных недостатков лежит отсутствие методики контроля процессов смещения и деформации подрабатываемых массивов для шахт неглубокого заложения. Глубина горных работ в рассматриваемых условиях составляет 40-140 м. При таких малых глубинах применение различных технологий выемки неизбежно приводит к деформации подрабатываемого массива горных пород, включая земную поверхность. Закономерности такого деформирования зависят от степени извлечения полезного ископаемого из недр, определяемой принимаемыми параметрами систем разработки.

Изучение влияния технологических факторов отработки промпласта на состояние налегающей толщи пород и земной поверхности весьма затруднительно и дорого в условиях прямых производственных экспериментов, не обладающих необходимой общностью получаемых результатов. Подобная задача, позволяющая в конечном итоге осуществлять прогноз степени нарушенности массива горных пород и земной поверхности, решается экспериментально-аналитическим методом, который может быть использован для широкого круга исходных условий при более низком затратном механизме достижения поставленной цели. Такой подход позволяет создать метод выбора рациональных параметров систем разработки в рассматриваемых геологических условиях.

Present practice implemented at combustible shale mines of the Leningrad deposit is characterized by setting protective pillars sizes too high, the latter resulting in an extraction decrease of minerals from entrails. The deficiency of the methods of underworked massifs developed specially for shallow mines is the main drawback that should be rectified. The depth of mining in the conditions involved is 40-140 meters. The application of different extraction methods at such shallow depths inevitably results in deforming underworked massif of various rock strata, including the surface. The mechanism of this deformation depends on the scale of extracting minerals from the bowel to be determined by the mining systems parameters.

Studies dealing with the effect that engineering factors of underworking the mineable seam exerts on the state of overlying width of rocks and the surface are hard and expensive to conduct in conditions of real production experiments, that do not have necessary generality of obtained results. The similar problem that makes it possible to forecast, in the long run, the extent of rock massif and surface disturbance is solved by an experimental-and-analytical method, which can be used for a wide range if initial conditions while the expenditure mechanism of the objective to be achieved must be oriented with to economy and lower expenses. The approach involved enables to develop the method of selection of the rational parameters of mining methods in the considered geological conditions.

Анализ и обобщение информации о функциональной взаимозависимости параметров систем разработки с условиями деформирования налегающей толщи пород показывают, что для площадей поверхности в пределах Ленинградского месторождения характерна существенная дифференциация величин оседания земной поверхности η в зависимости от способов управления состоянием горного массива в выработанных пространствах шахт. Для отработки промпласта характерны следующие системы разработки: система разработки камерами-лавами (рис.1), величина оседания земной поверхности составляет $60 \le \eta \le 250$ мм при $K_{из} \approx 0{,}75$; система разработки с управлени-

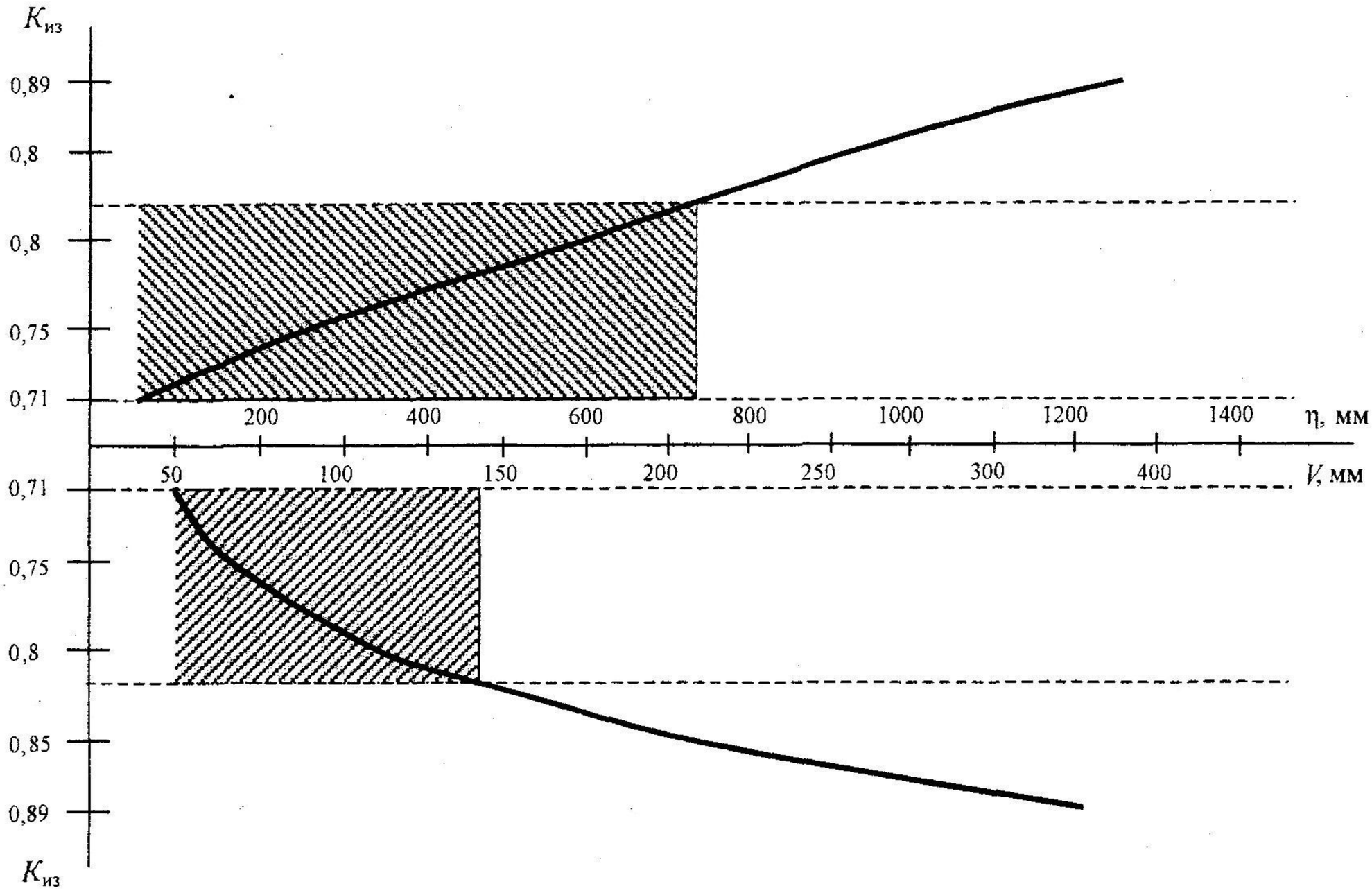


Рис.1. Графики зависимостей оседания земной поверхности η и величин вертикальной компоненты перемещений V от технологического параметра $K_{из}$ при системе разработки камерами-лавами

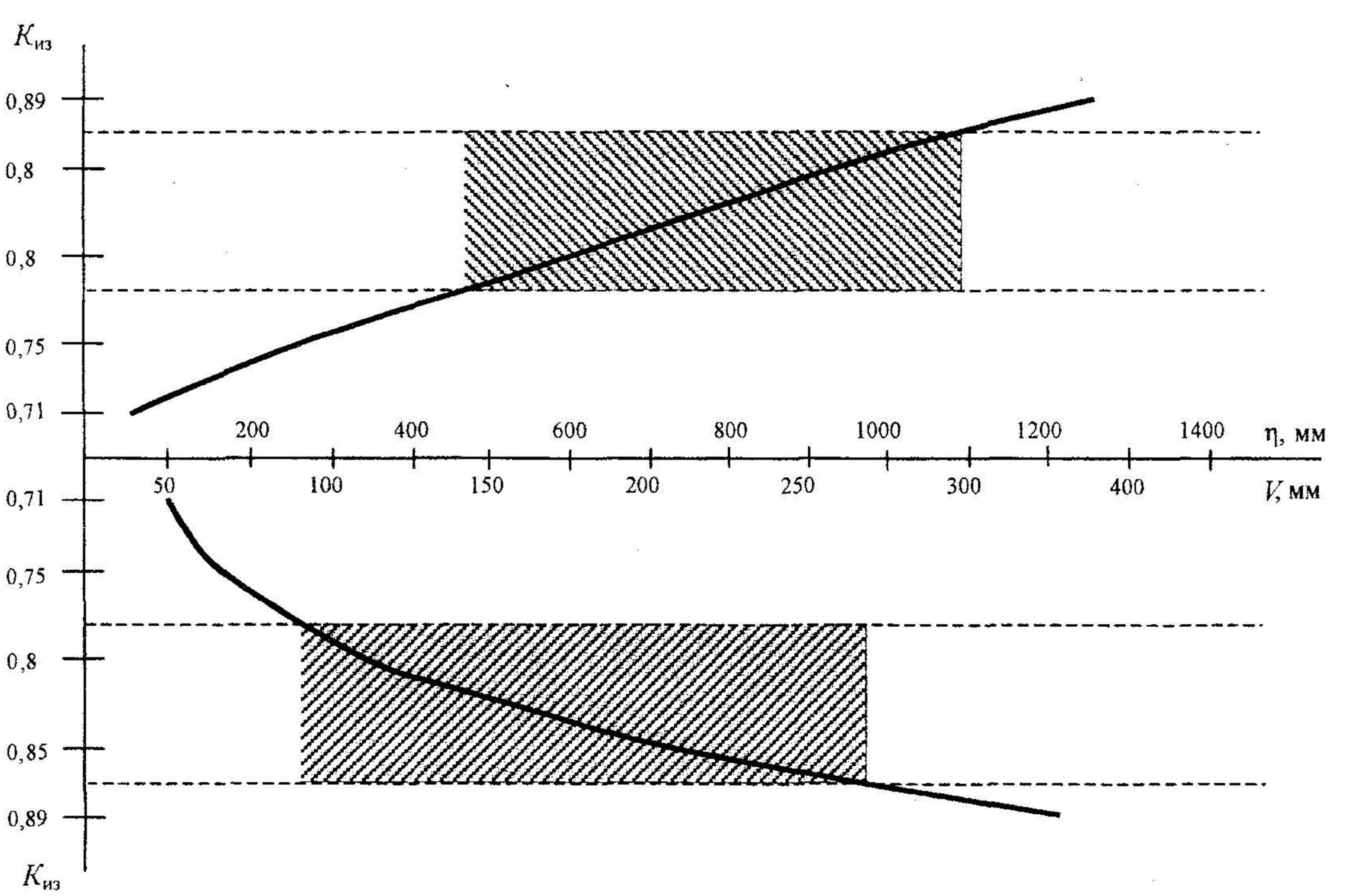


Рис.2. Графики зависимостей оседания земной поверхности η и величин вертикальной компоненты перемещений V от технологического параметра $K_{из}$ при системе разработки длинными столбами с управлением кровлей частичной закладкой

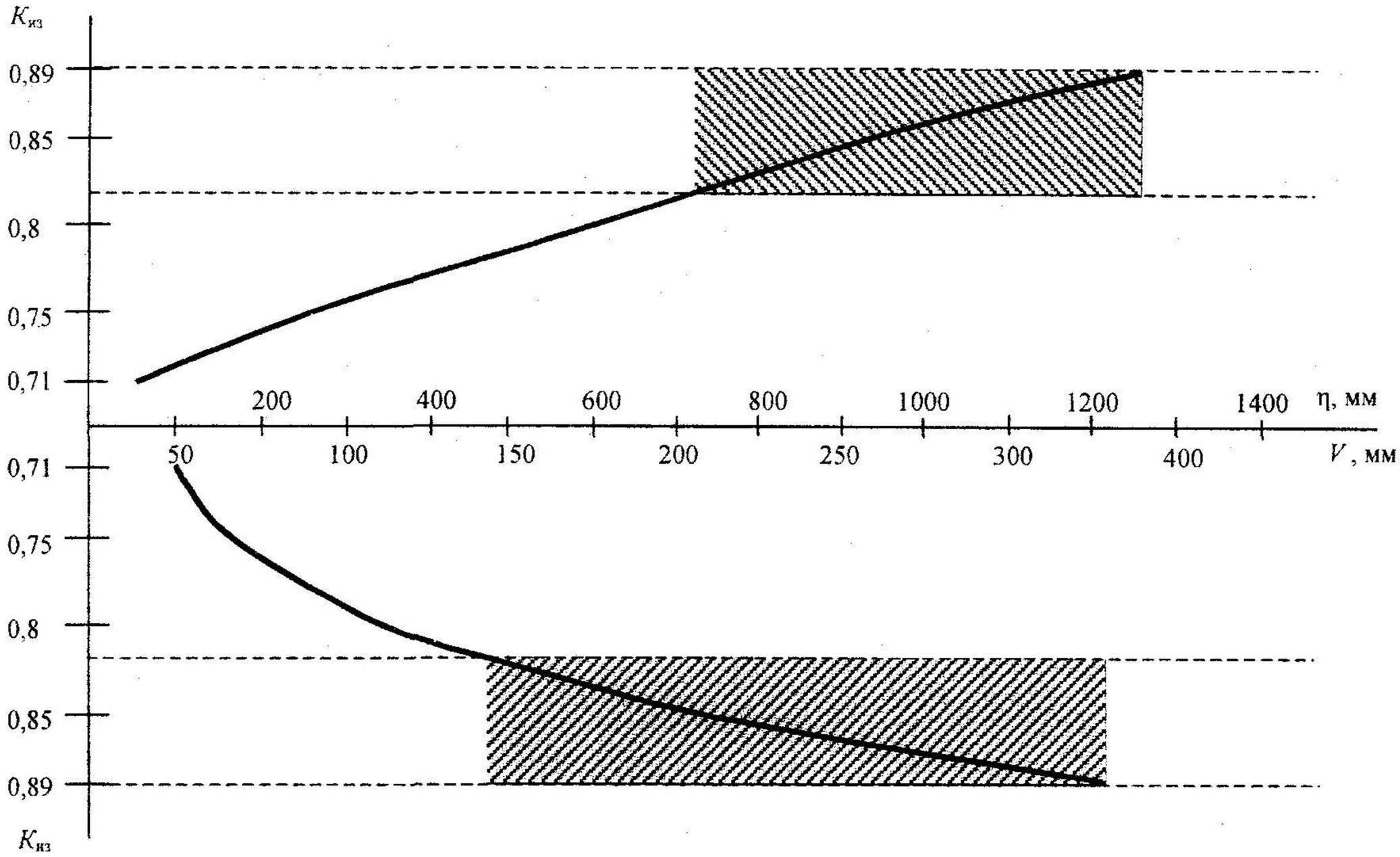


Рис.3. Графики зависимостей оседания земной поверхности η и величин вертикальной компоненты перемещений V от технологического параметра $K_{из}$ при системе разработки длинными столбами с управлением кровлей полным обрушением

ем кровлей частичной закладкой (рис.2), величина оседания земной поверхности до 600 мм при $K_{из} \approx 0{,}81$; система разработки длинными столбами с управлением кровлей полным обрушением (рис.3), величина оседания земной поверхности до 1000 мм при $K_{из} \approx 0{,}86$.

Следовательно, при камерных системах разработки с максимальными потерями в недрах происходят минимальные техногенные нарушения массива горных пород и земной поверхности. В тоже время минимальные потери полезного ископаемого сопровождаются максимальными техногенными изменениями массива горных пород и земной поверхности. Следовательно, рациональность технологических решений в значительной мере зависит от характера и масштаба деформирования подрабатываемого массива и земной поверхности.

Теоретическое обобщение параметров напряженно-деформированного состояния рассматриваемого комплекса пород показало наличие функциональной связи между параметрами систем разработки и исследованными показателями механического состояния данных пород. В частности, выявлены области возможного изменения фильтрационных свойств пород налегающей толщи, характеризуемые значениями компонент горизонтальных деформаций в массиве, больших нуля, т.е. растягивающих. Этот факт говорит о необходимости учета результатов выполненных исследований, как при оценке возможных изменений технологических условий эксплуатации шахт, так и при выборе и сопоставлении мероприятий, используемых при консервации.

Последствия воздействия горного производства на вмещающий горные выработки массив и земную поверхность могут быть выражены через ряд показателей, качественные и количественные характеристики которых можно изменить за счет выполнения мероприятий, связанных с изменением параметров систем разработки. В качестве такого показателя обоснован и принят укрупненный технологический параметр, определяющий степень извлечения полезного ископаемого из недр, – коэффициент извлечения полезного ископаемого.

Обобщение результатов выполненных исследований позволило получить эмпирические зависимости, дающие возможность оценить условия деформирования подрабатываемого массива с учетом представительного спектра технологических вариантов выемки рабочего пласта на Ленинградском месторождении. Выявленные условия прогностически предопределяют нарушенное состояние поверхности в зонах влияния подземных очистных работ.

В частности, по результатам экспериментально-аналитических исследований получена зависимость вида $\eta = f(V)$, позволяющая по данным о вертикальной компоненте V вектора перемещений δ_i оценивать возможные величины оседаний поверхности земли в зонах ее подработки. Связь перемещений массива с оседанием поверхности имеет вид:

$$\eta = m(a)^{-1}(lnqV - b),$$

где V – величины вертикальных перемещений поверхности, полученные экспериментально-аналитическим методом, мм; a, b – эмпирические параметры, для условий Ленинградского месторождения $a \approx 16 \cdot 10^{-4}$; $b \approx 3{,}85$; q – единично-размерная величина, мм; m – единично-размерная величина, $m = 1$ мм.

Корреляционное отношение для приведенной зависимости составило: $\tau \approx 0{,}75$ при $\mu = 3{,}1$, что говорит о возможности использования полученной формулы для прогностических оценок параметра η.

С целью упрощения прикладного использования установленной зависимости и расширения диапазона ее применения получена инженерная формула для функции вида: $V = \varphi(K_{из})$, которая дает возможность получения оценок V для непрерывного диапазона изменения параметров применяемых систем разработки (при их более широком варьировании) в части извлечения полезного ископаемого. Для условий Ленинградского месторождения диапазон коэффициента извлечения существует в пределах: $0{,}7 < K_{из} < 0{,}9$. Аппроксимационная зависимость для функции $V = \varphi(K_{из})$ при $\tau \approx 0{,}75$ и $\mu \approx 3{,}1$ имеет вид:

$$V = mcK_{из}^{\,d} + g,$$

где c, d, g – эмпирические параметры, для условий Ленинградского месторождения $c \approx 1420$; $d \approx 12{,}8$; $g \approx 32{,}5$.

Обобщение полученных формул позволило получить инженерную зависимость величины оседаний земной поверхности от укрупненного технологического параметра $K_{из}$ в виде:

$$\eta = m[495\exp(2{,}25K_{из}) - 2400].$$

Таким образом, инженерная оценка и выбор рациональных систем разработки и их параметров, выполняемые для условий неглубокого залегания рабочих пластов, оперативно могут быть выполнены с использованием укрупненного технологического параметра – коэффициента извлечения полезного ископаемого $K_{из}$.

Научный руководитель профессор, д.т.н. *О.В.Ковалев*