

УДК 622:551.34

**Л.Н. Фёдоров**

## **ФАКТЫ-АНОМАЛИИ И НОВАЯ ПАРАДИГМА РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

*Сформулирована, в качестве гипотезы, новая парадигма науки о разрушении горных пород (РГП), представленная как совокупность новой концепции и модели разрушения, естественной классификации и методологии создания способов и средств РГП, и новых технических принципов конструирования породоразрушающего инструмента, как основа дальнейшего развития науки о разрушении горных пород.*

*Ключевые слова: разрушение горных пород, парадигмальный подход.*

---

**Т**еория революционного развития науки через смену парадигмы, т.е. общепризнанной теории, была выдвинута американским ученым Т. Куном в 1962 году в его монографии "Структура научных революций" [1]. Научная общественность встретила новую теорию двояко: одни возносили до небес, называя труд эпохальным, а другие не менее усердно критиковали. В наши дни уже редко оспаривается исключительная эффективность понятия парадигмы в изыскании путей выхода из застойного состояния науки и ее развития через смену парадигмы. Более того, идею развития науки через смену ее парадигмы применили к техническим, экономическим, горным и другим наукам [2, 3, 4]. Однако при этом не уделяется достаточного внимания анализу такого, не менее важного понятия, как факты-аномалии.

По Куну фактами-аномалиями являются явления природы и экспериментальные данные, не объяснимые общепринятыми теориями естественных наук. Поэтому накопление фактов-аномалий, в первую очередь, говорит о неполноте и несостоятельности существующих теорий, о кризисе в науке и необходимости разработки новых теорий, объясняющих эти фак-

ты-аномалии. И с течением времени вырабатывается новая теория, которая, если признается большинством исследователей, приобретает статус новой парадигмы, идущей на смену старой. В результате этого наукой раскрывается еще одно явление природы, благодаря чему достигается цель науки - познание истины. Таким образом, факты-аномалии выступают не только индикатором застойного состояния науки, но и первопричиной, основным фактором в достижении наукой своей цели.

Однако вопрос о том, что является в науке о разрушении горных пород (РГП), как и в других технических науках, фактом-аномалией, остается еще открытым. Факты-аномалии, как видно, отображаются через целевую установку самой науки, показывая степень достижения цели наукой. Целью науки о РГП, как и всякой науки, является постижение истины, но истины, обеспечивающей эффективное, рациональное разрушение горных пород [5] соответствующими способами и техническими средствами [6]. Как видно, в таком уточнении истины непосредственно содержится социальный интерес, заказ. Поэтому без этого интереса в целевой установке науки о РГП остается только истина в виде за-

конов физики, химии, математики и т.д. Таким образом, фундаментальные законы, проявляясь через процессы взаимодействия горных пород и средств разрушения, через законы и закономерности разрушения горных пород и горного производства, удовлетворяют социальный запрос.

Но наступает время, когда запросы растут, а повышение производительности разрушения отстает от этих запросов. Новые достижения фундаментальных наук срочно вводятся как научное обеспечение в практику разрушения горных пород без обновления средств их реализации. Однако социальный запрос в повышении производительности и экологичности разрушения не удовлетворяется, так как старая техника и технология не в состоянии воспроизвести новые идеи в виде новых способов и средств разрушения, удовлетворяющих требованиям горного производства [7, 8]. Поэтому, несмотря на известные достижения фундаментальных наук, в науке, использующей эти достижения, наступает застой. Парадокс. Именно вот это - парадоксальное состояние РГП, мы наблюдаем уже на протяжении 30-40 лет не только в нашей стране, но и в более развитых в техническом отношении странах зарубежья. Б.Н. Кутузов в [7] приводит далеко не полный перечень 18 разработанных новых способов и средств разрушения горных пород (С и СРГП), которые закончились без практического выхода.

Анализ этого факта показывает, что новые достижения естественных наук, являющиеся перспективными как источники создания новых С и СРГП для удовлетворения социальных запросов, не могут быть реализованы техникой и технологией своего времени [8]. Как показывает опыт [7], приспособление фактов-аномалий на

основе старой существующей техники и технологии мало способствует достижению цели науки о РГП. Если факты-аномалии в естественных науках требуется объяснить через разработку новой теории-парадигмы, служащей как новое знание и как новая истина достижению цели науки, то в РГП факты-аномалии необходимо приспособить к требованиям горного производства с помощью новой техники и технологий. Только при этом достигается цель науки о РГП - эффективное, рациональное разрушение горных пород. Таким образом, можно констатировать, что **факты-аномалии в разрушении горных пород есть новые открытия и достижения естественных наук, нереализуемые в рамках техники и технологий, функционирующих на данном этапе**. Поэтому факты-аномалии в науке о разрушении горных пород разрешаются непосредственно под воздействием нового витка развития НТП, определяемого в наше время, прежде всего, техникой и технологией аэрокосмического и военного назначений.

В настоящее время парадигмальный подход к развитию горных наук специалистами горного профиля еще не развит. Первая попытка раскрыть парадигмальный характер развития РГП носит непомерно общий характер [9]. При этом парадигмы РГП рассматривались под углом определенных, данных Куном и в философском словаре [1, 10]. Парадигмы общего характера, примененные при анализе, не охватывают орудий труда (техническую сторону) при разрушении горных пород, которые дали название целым историческим эпохам, таким, как бронзовый и железный век. Поэтому революции в развитии РГП, вызванные изменением орудий труда, выпали из анализа. Этот факт и наш вывод

о разрешении факта-аномалии через новые технологии и технику позволяют по-новому рассмотреть известные трактовки парадигмы и дать ее новое определение для науки о РГП.

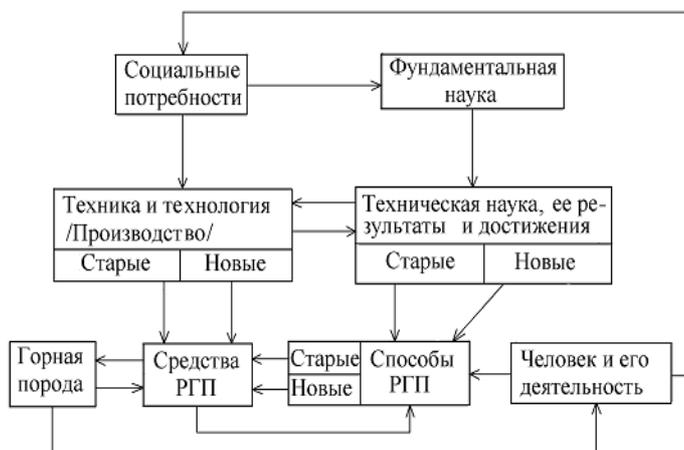
В настоящее время парадигма в философском словаре трактуется следующим образом: **парадигма - совокупность теоретических и методологических предпосылок, определяющих конкретное научное исследование, которая воплощается в научной практике на данном этапе** [10]. Это определение, по нашему мнению, справедливо для фундаментальных наук, поэтому парадигма науки о РГП, разработанная по этому определению как всеобщий образец, модель проведения научного исследования, не будет отражать связь с новой техникой и технологией, т.е. она не будет обладать необходимой полнотой и целостностью.

Отсюда вытекает необходимость дополнения вышеприведенной формулировки понятия парадигмы новыми признаками, учитывающими формальную сторону применения фундаментальных знаний в горном производстве. С учетом такого дополнения можно дать приемлемое для науки о разрушении горных пород новое, дополненное определение: **парадигма – это совокупность теоретических, методологических и технико-технологических предпосылок, определяющих конкретное научное исследование, которая воплощается в научной и производственной практике на данном этапе**. Парадигма, по нашему определению, по содержанию становится многоаспектной, более соответствующей определению и цели науки о РГП. Теоретические и методологические предпосылки отражают фундаментальную часть технических наук, а

технико-технологические предпосылки соответствуют формальным признакам приспособления фундаментальных знаний к требованиям горного производства. Таким образом, парадигма науки о РГП является многоэлементным системным понятием, функционирование которой некорректно рассматривать в отдельности от ее составляющих.

В настоящее время сложилась ситуация, когда фундаментальные науки создали для РГП новые базовые теории, а наука РГП их еще не восприняла. В какой-то период времени экстенсивные методы добычи полезных ископаемых, основанные на старой парадигме разрушения, удовлетворяли общественный запрос, поэтому новым открытиям не уделяли пристального внимания, откладывая их на будущее. Но в настоящее время, когда старая парадигма исчерпала свои потенциальные ресурсы, решать проблемы горного производства необходимо с позиций новых достижений и открытий фундаментальных наук на основе новой техники и новых технологий. Таковыми, на наш взгляд, являются кинетическая концепция разрушения твердых тел и мезомеханика, классиология и достижения материаловедения, представленные нами в статье как факты-аномалии.

На основе кинетических представлений о разрушении и мезомеханики ранее нами были разработаны новая концепция способов и модель разрушения горных пород [11, 12]. Теория и методология классиологии послужили основой для разработки новой естественной классификации способов РГП [13]. На основе системного анализа и известных положений истории техники разработан методологический подход, направленный на создание новых С и СРГП [8].



**Системная модель способов и средств разрушения горных пород**

Намечаемый многими учеными новый виток развития НТП даст широкое поле деятельности по развитию новых технических средств разрушения. Успехи в материаловедении в этом случае сыграют первостепенное значение в создании инструментального материала для породоразрушающего инструмента, однако немаловажное значение имеют и существующие функциональные материалы, как основа создания и совершенствования С и СРГП. К таким материалам можно отнести сплавы с памятью формы на основе никелида титана, которые можно использовать в качестве привода резцов в комбинированных инструментах взамен гидравлических и пружинных приводов.

В соответствии с новым определением парадигмы, ниже, в качестве гипотезы, предлагается новая парадигма науки о РГП как совокупность концепции и модели разрушения горных пород, естественной классификации и системной модели способов и средств разрушения и технических принципов конструирования нового породоразрушающего инструмента.

## 1. Новая концепция разрушения горных пород [11].

В основу новой концепции РГП положен двухстадийный механизм разрушения горных пород, исследованный учеными из ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Суть стадийного характера разрушения горных пород состоит в следующем. При любом механическом и ином способе воздействия на породу, независимо от характера этого воздействия (поверхностное

или локальное) процесс разрушения протекает в две стадии. На первой стадии в объеме породы протекают процессы генерации и накопления микро- и макротрещин и других дефектов до определенной концентрации. Эта стадия подготовительная, представляющая собой объемное предразрушение. На второй стадии идут процессы слияния трещин в более крупные и доминирующий катастрофический, локальный рост некоторых из них с образованием отдельных частей. Это – стадия доразрушения. Следование этому наиболее общему механизму разрушения горных пород позволяет нам изменить стратегию разрушения, т.е. сформулировать новую концепцию способов разрушения горных пород: **стадийному характеру протекания процесса разрушения горных пород должно отвечать соответствующее этому процессу стадийное воздействие средств их разрушения.**

Согласно этой концепции, энергия в породу для предразрушения должна вводиться любым рабочим телом (твёрдое тело, жидкость, газ,

электромагнитное поле, плазма и поток элементарных частиц) объемно. Причём вид энергии и её количество должны отвечать достижению породой наиболее "взрыхлённого" микро- и макротрещинами предразрушенного состояния. Вторая стадия - доразрушение осуществляются концентрированным локальным воздействием на предразрушенную зону твёрдым телом, струёй газа или жидкости. Технологически это осуществляется резанием, ударом и сжатием (вдавливанием).

**2. Новые технические принципы конструирования породоразрушающего инструмента** [14] разработаны в соответствии с новой концепцией РГП:

- принцип соответствия – согласно объемному характеру предразрушения одни элементы породоразрушающего инструмента вводят энергию в породу объемно, а другие, в соответствии с локальным доразрушением – локально;

- принцип отдельности – энергия для предразрушения и доразрушения вводится в породу отдельно.

**3. Естественная классификация способов разрушения горных пород** [13]. В основу классификации положен генетический признак – двухстадийный механизм разрушения горных пород (ФТИ им. А.Ф. Иоффе). Все способы разрушения разделяются на стадийные и нестадийные. Стадийные способы представляют собой комбинацию способов предразрушения (разупрочнения) и доразрушения. Предразрушение осуществляется рабочим телом, находящимся в различных состояниях. При этом рабочее тело объемно вводит в породу различного вида энергию, что осуществляется технологически различными способами, инициирующими разупрочнение породы. Разупрочненная порода доразрушается локальным действием: ударом, резанием, сколом.

В нестадийных способах энергия вводится в породу локально острым инструментом, к примеру, резание, удар или скол, или только объемно - ударом или вдавливанием тупого или сферического инструмента. К этим способам относятся также плавление различными видами энергии и химические реакции.

**4. Модель разрушения горных пород** [12], объясняющая их фрагментацию в напряженном состоянии, как условие для возникновения маятниковых волн, сводящих к минимуму потери на трение при разрушении.

**5. Обобщенная системная модель способов и средств разрушения горных пород** [8]. В основу модели положен системный подход к созданию новых способов и средств разрушения, см. рис. Из модели следует, что основным методом создания новых и совершенствования существующих С и СРГП является комбинационно-синтезирующий. При этом связь между элементами комбинаций рассматривается через диалектическое соотношение философских категорий "Старое и Новое", т.е. разрушение эффективно в горном производстве, когда новому способу соответствуют новые средства разрушения как продукт новой техники и технологии.

Из модели при анализе диалектики соотношения способов и средств разрушения также вытекает принцип единства способа (Содержание) и средств разрушения горных пород (Форма), как необходимое условие создания горных машин нового поколения, т.е. современному компьютеризированному техническому уровню горных машин должны отвечать новые способы разрушения.

Таким образом, в статье сформулирована, в качестве гипотезы, новая парадигма науки о РГП, представлен-

ная как совокупность новой концепции и модели разрушения, естественной классификации и методологии создания способов и средств РГП, и новых

технических принципов конструирования породоразрушающего инструмента, как основа дальнейшего развития науки о разрушении горных пород.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кун Т. Структура научных революций: пер. с англ. [Текст] / Т. Кун; сост. В.Ю. Кузнецов. – М.: ООО "Издательство АСТ", 2001. – 608 с.
2. Тишкин Б.М. Квантовая геодинамика – новая парадигма в геологии [Текст] // Вестн. Дальневосточн. отд-я РАН. Владивосток, 1994. – №4. – С.91-102.
3. Пушаровский Ю.М. Парадигма в геологии [Текст] / Пушаровский Ю.М., Петров К.М. Новая парадигма в геоморфологии. // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – М., 1990. №1. – С. 112-115.
4. Егоров Д.М. Изменение парадигм в науках о Земле [Текст] / Д.М. Егоров. – М.: Академия, 2004. – 284 с.
5. Викторов С.Д. Состав и типы разрушения горных пород как научно-производственной категории [Текст] / С.Д. Викторов, Г.В. Секисов // Основные области применения: сб. тр. III Межд. научн. конф. "Физические проблемы разрушения горных пород" 9-14 сентября 2002 г. Абаза (Хакасия). – Новосибирск, Наука. – С. 77-81.
6. Дмитриев А.П. Разрушение горных пород: Научные школы Московского университета [Текст] / А.П. Дмитриев. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 80 с.
7. Кутузов Б.Н. Приоритетные направления технического переоснащения взрывных технологий открытой добычи угля, руд, строительных пород [Текст] / Б.Н. Кутузов // Сб. докл. III Межд. конф. по буровзрывным работам. 27-28 мая 1997 г. – М., 1997. – С. 18-28.
8. Фёдоров Л.Н. Методологические аспекты создания и совершенствования способов разрушения горных пород [Текст] / Л. Н. Фёдоров // Физические проблемы разрушения горных пород (20-25 октября 2004 г.) Институт комплексного освоения недр РАН. – М.: ИПКОН, 2004. – С. 110-115.
9. Фёдоров Л.Н. Парадигмы разрушения горных пород [Текст] / Л.Н. Фёдоров // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2006. Приложение "Якутия". – С. 356-360.
10. Философский словарь [Текст] / под ред. И.Т. Фролова. – 4-е изд. – М.: Политиздат, 1981. – 445 с.
11. Скрябин Р.М. Новые подходы к организации ресурсосберегающих процессов разрушения горных пород [Текст] / Р.М. Скрябин, Л.Н. Фёдоров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1995. – № 5. – С. 59-62.
12. Брук М.Л. От естественной кусковатости в природе к модели разрушения горных пород [Текст]. / М.Л. Брук, Л.Н. Фёдоров // Записки Горного института. Т. 171. Физические проблемы разрушения горных пород. г. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский горный институт, 2007. – С. 144-149.
13. Фёдоров Л.Н. Естественная классификация способов разрушения горных пород. [Текст] / Л.Н. Фёдоров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. Приложение "Физика горных пород". – С. 154-164.
14. Скрябин Р.М. Новые принципы конструирования бурового породоразрушающего инструмента [Текст] / Р.М. Скрябин, Л.Н. Фёдоров // Тезисы докладов, 4-й Международный симпозиум по бурению скважин в осложнённых условиях. С-Петербург, 8-12 июня 1998 г. – С-Петербург: 1998. – С. 105. **ПАБ**

#### КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Федоров Л.Н. – Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН, [igds@ysn.ru](mailto:igds@ysn.ru)