

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ОХОРОНА ПРАЦІ

УДК 614.89

**С.І. Чеберячко, канд. техн. наук,
Д.І. Радчук**

Державний Вищий навчальний заклад „Національний
гірничий університет“, м. Дніпропетровск, Україна,
e-mail: md2185@mail.ru

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КЛАПАНІВ ВИДИХУ ПРОТИПИЛОВИХ РЕСПІРАТОРІВ

**S.I. Cheberiyachko, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor
D.I. Radchuk**

State Higher Educational Institution
“National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine,
e-mail: md2185@mail.ru

ANALYSIS OF DUST RESPIRATORS EXHALATION VALVES CONSTRUCTION

Проведено аналіз використання клапанів видиху в конструкції респіратора та встановлено, що його присутність зменшує опір диханню та дозволяє виводити вологу з підмаскового простору. Досліджено конструктивні особливості клапанів видиху та за стандартизованою методикою проведено випробування з визначення основних показників та герметичності. Досліджено вплив температури на герметичність клапанів, встановлено, що її підвищення призводить до псування пелюстка та погіршення показників. Проведено випробування з імітування потрапляння пилу в клапан.

Ключові слова: *клапан видиху, герметичність, пелюсток клапану, підсмоктування повітря, температурний вплив, імітація пилу*

Вступ. Захисна ефективність респіратора складається з фільтрувальних властивостей фільтрів і величини підсмоктування нефільтрованого повітря за смугою обтюрації та клапанів видиху. Щодо якості фільтрувальних елементів та їх конструкцій проведено багато досліджень, які дозволяють забезпечити найкращі захисні властивості останніх за будь-яких умов експлуатації. Гірше становище з розробкою надійної смуги обтюрації, але в літературі деяка інформація зустрічається. Зараз з'являються обтюратори, що максимально враховують фізіологічні відмінності обличчя. Тим самим зменшується ймовірність підсмоктування шкідливих аерозолів у підмасковий простір.

Публікації про вплив клапанів видиху на якість ЗІЗОД у вітчизняній літературі майже не зустрічаються. У той же час від їх показників залежить коефіцієнт проникнення аерозольних частинок через респіратор і працездатність працівників.

Клапан видиху з'явився через необхідність виведення вологи з підмаскового простору, яка накопичується там під час видихання повітря з легенів. Їх наявність сприяє і зменшенню опору диханню, і збіль-

шенню строку служби фільтрів. Однак вони можуть збільшити коефіцієнт проникнення шкідливих домішок через нещільності прилягання клапанів. Особливо це стосується ЗІЗОД з високим ступенем захисту. Оскільки такі ЗІЗОД мають підвищений опір повітряному потоку фільтрувальних елементів, то це сприяє зростанню об'єму підсмоктувань забрудненого повітря в підмасковий простір через перерозподіл повітряних потоків [1]. Тому важливо забезпечити якісну конструкцію клапанів видиху, щоб уникнути перебоїв у його роботі та суттєвих дефектів, які значно погіршать ступінь захисту ЗІЗОД.

Клапани видиху складаються з трьох основних елементів: самого клапану, сідловини та кришки (рис. 1). Клапан виготовляють із натуральної гуми, силікону або неопера у вигляді диску, грибка або пелюстки (рис. 2). Сідловини сконструйовано у формі круглої основи з розміщеним у центрі стовпчиком, до якого приєднують клапан для надійного блокування отвору під час вдиху і відкривання його під час видиху. Кришка клапану може бути будь-якої конфігурації і її головна задача забезпечити захист клапану від пошкодження та забруднення [2].

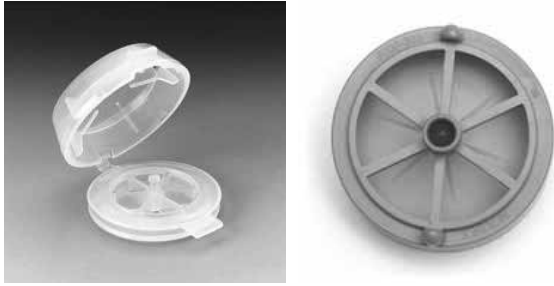


Рис. 1. Корпус і кришка клапанів видиху

Постановка задачі. Клапани видиху, відповідно до ДСТУ EN 149:2003, повинні забезпечувати мінімальний коефіцієнт підсосу, але не більше 0,2 %, за підмаскового простору 250 см³. Підмаска повинна працювати не

менше 6 годин поспіль, тобто клапан видиху повинен бути придатний до роботи весь цей час. Тому виникає питання з встановлення факторів, що впливають на збільшення об'єму підсмоктувань. Крім того, необхідно визначити форму клапана та його місце розташування на півмасці для забезпечення максимальної зручності при експлуатації респіраторів.

Для дослідження було взято декілька марок клапанів видиху (рис. 2): грибоквий (а) – виготовлений з гуми, діаметром 0,30мм та товщиною 0,5мм; два дискові (б, в) – з гуми, що відрізняються між собою діаметром і товщиною (діаметри 0,30, 0,34мм; товщина 0,25, 0,5мм). Для порівняння був перевірений один пелюстковий клапан (г) – виготовлений із силікону, товщиною 0,3мм та шириною 0,3мм.

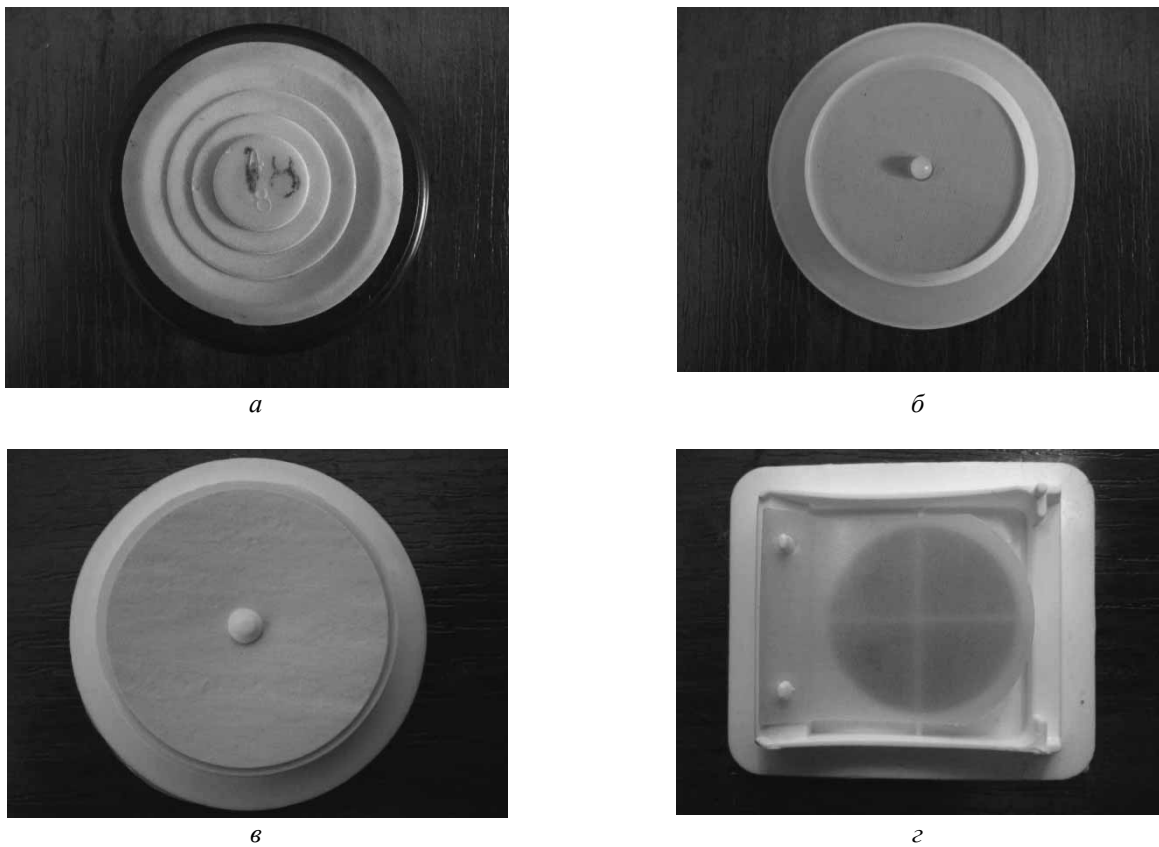


Рис. 2. Клапани видиху: а – грибоквий; б, в – дискові; г – пелюстковий

Методи випробувань. Перевірка клапанів видиху виконувалась за показниками: опір повітряному потоку, герметичність, величина підсмоктування не фільтрованого повітря. Для визначення герметичності і опору повітряному потоку використовувалась установка за ГОСТ 17263-79 [4], яка складається з: аспірація (8); вентилів для регулювання потоків повітря (2, 3, 7); U-образного манометру (4, 6); діафрагми (5); насадки для клапана (1) (рис. 3).

Методика визначення герметичності полягає в наступному: перед початком роботи відкривають вентиля (3, 7) до аспірація та U-образного манометра

(4), встановлюють перепад тиску під клапаном 117,7 Па (120 мм вод ст), закривають вентиля (7) до аспірація та виключають його. Встановлюємо в насадку (1) клапан видиху і відкриваємо вентиля (2).

Клапан вважається якісним, якщо рівень рідини в манометрі (4) не впаде нижче 84 мм вод ст впродовж 15секунд. Для визначення перепаду тиску клапану видиху відкриваємо всі вентиля і за допомогою аспірація подаємо повітря з заданою витратою (контролюємо діафрагмою 5) до насадки (1) з встановленим на ній випробуваним зразком. Опір визначаємо манометром (4).

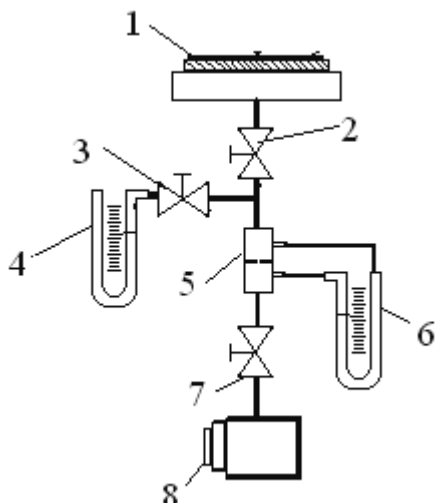


Рис. 3. Схема установки з випробування герметичності клапанів видиху

Результати випробувань. На рис. 4. наведено результати визначення зміни величини перепаду тиску під клапаном. Бачимо, що найкращий показник герметичності має грибоквий клапан, найгірший – пелюстковий. Це пояснюється тим, що конструкція клапанного вузла відіграє важливу роль. Саме завдяки їй забезпечується надійне притискання останнього до сідловини. Дослідження показали, що депресія під пелюстковим клапаном просто його викрутила і тим самим збільшила підсмоктування повітря. У той же самий час грибова форма перешкоджає деформації клапану і тим самим збільшує герметичність. З іншого боку на величину підсмоктувань впливає товщина клапану. З тих же причин дисковий клапан з товщиною 0,5 мм має кращі показники, ніж з товщиною 0,25 мм.

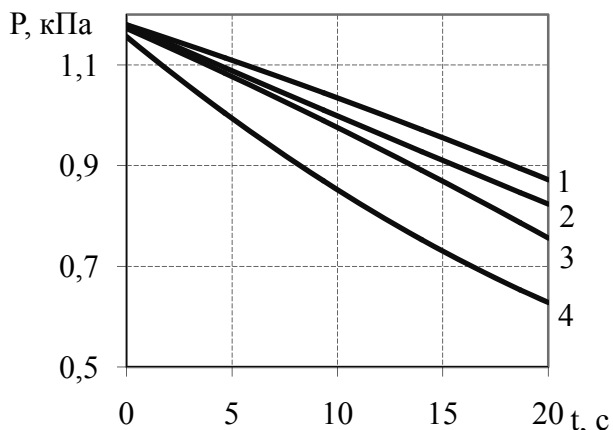


Рис. 4. Залежність вакууметричного тиску (P) клапанів від часу (t): 1 – грибоквий; 2 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,35); 3 – дисковий (товщина 0,25; діаметр 0,3); 4 – пелюстковий

Однак, інший важливий показник клапанів дихання – опір повітряному потоку, кращий для тоншого матеріалу (рис. 5).

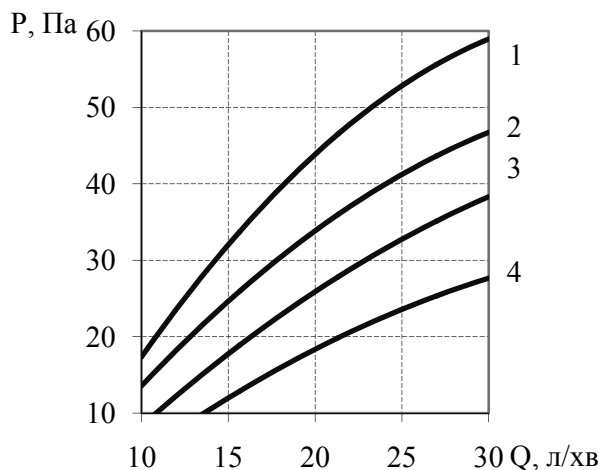


Рис. 5. Залежність перепаду тиску (P) на клапанах від витрати повітря (Q): 1 – грибоквий; 2 – дисковий (товщина 0,25; діаметр 0,3); 3 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,35); 4 – пелюстковий

Бачимо, що необхідно зі зростанням товщини клапанів видиху збільшувати діаметр. Найменший опір диханню має пелюстковий клапан, оскільки він виготовлений із силікону, що характеризується, порівняно з гумовими клапанами, більшою еластичністю. Найбільший опір диханню спостерігається у грибоквого. Його масивна конструкція вимагає прикладання деякого зусилля для його відкриття. Така конструкція дозволяє грибоквому клапану забезпечувати мінімальне підсмоктування повітря (рис. 6).

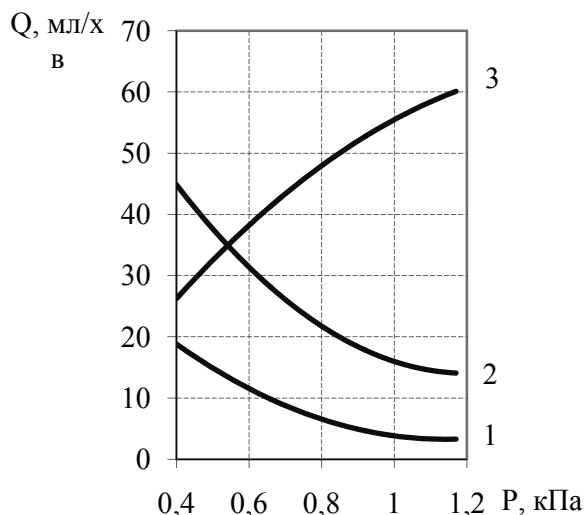


Рис. 6. Залежність об'єму (Q) підсмоктування повітря через клапан від вакууметричного тиску (P): 1 – грибоквий; 2 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,35); 3 – пелюстковий

Тоді, як найгірші показники має пелюстковий клапан. Швидше за все, це є результатом одностороннього кріплення, що не дозволяє рівномірно розподілити зусилля притискання за периметром сідловини. Особливо це відчувається при потраплянні стороннього предмета на поверхню сідловини. Наприклад, це можуть бути частинки пилу. Досліджен-

ня показують, що в такому випадку герметичність у цій конструкції зовсім відсутня (рис. 7).

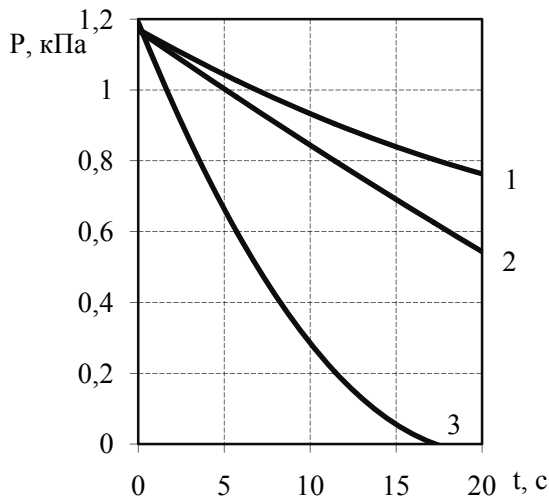


Рис. 7. Залежність вакууметричного тиску (P) клапанів від часу (t) при розташуванні на сідловині клапану дроту діаметром 0,3 мм: 1 – грибоквий; 2 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,35); 3 – пелюстковий

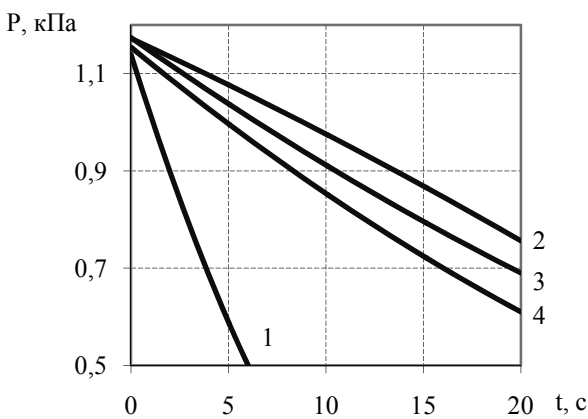


Рис. 8. Залежність вакууметричного тиску (P) клапанів, що попередньо піддавались температурному впливу, від часу (t): 1 – грибоквий; 2 – дисковий (товщина 0,5; діаметр 0,35) 3 – дисковий (товщина 0,25; діаметр 0,3); 4 – пелюстковий

Результати були отримані за умови розташування на сідловині клапану тонкого дроту діаметром 0,3 мм для імітації в першому наблизенні потрапляння пилу на внутрішню поверхню клапану. Зовсім інші показники у клапанів після попереднього температурного впливу, проводити який перед початком випробувань вимагають гармонізовані стандарти ДСТУ EN. Він полягає в тому, що зразки витримують добу за температури + 70 °С, а потім, через чотири години, добу за температури –30 °С. Після, знову витримують чотири години і проводять звичайні випробування.

Матеріал грибоквого клапану не призначений для використання в умовах підвищеної температури, оскільки показав найгірший результат. Гума змінила

колір та стала більш жорсткою, що призвело до різкого зменшення герметичності. У той же час, пелюстковий клапан зовсім не змінив своїх показників, тобто, на матеріал, з якого він виготовлений, не впливає температурний чинник (рис. 8).

Висновки. Отримані результати свідчать про те, що найкращі показники, серед перевірених клапанів, мають грибокві. Однак матеріал, з якого вони виготовляються, є дуже чутливим до впливу температури, що істотно погіршує герметичність. Кращими значеннями після температурного впливу характеризується пелюстковий клапан, але він має невдалу конструкцію, яка не дозволяє забезпечити рівномірне притискання до сідловини. Стосовно дискових клапанів – усе залежить від їх товщини і діаметру, тобто необхідні подальші дослідження для встановлення оптимальних конструктивних параметрів цих клапанів.

Список літератури / References

1. Голінько В.І. Застосування респіраторів на вугільних і гірничорудних підприємствах: Монографія / Голінько В.І., Чеберячко С.І., Чеберячко Ю.І. – Д.: НГУ, 2008. – 99 с.
Holinko V.I. Use of respirators at coal and ore mining and processing enterprises: Monograph / Holinko V.I., Cheberiachko S.I., Cheberiachko Yu.I. – D.: NGU, 2008. – 99 p.
2. Каминский С.Л. Основы рациональной защиты органов дыхания на производстве: Учебное пособие / Каминский С.Л. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 208с.
Kaminskiy S.L. Bases of efficient protection of respiratory organs at factories: Tutorial / Kaminskiy S.L. – SPb.: Prospekt Nauki, 2007. – 208 p.
3. *Evaluation of Exhalation Valves* / Yu-Mei Kuo, Chane-Yu Lai, Chin-Chien Chen, Bo-Hong Lu, Sheng-Hsiu Huang, Chun-Wan Chen // British Occupational Hygiene Society. – 2005. Vol. 49. – No.7 – pp. 563–568.
4. Детали резиновые к средствам индивидуальной защиты органов дыхания. Технические условия: ГОСТ 17263-79. – [Введ. 01.01.81]. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 40 с.
Rubbers for respiratory protective devices. Technical requirements: GOST 17263-79. – [implemented 01.Jan.81]. – М.: Izd-vo standartov, 1988. – 40 p.

Проведен анализ использования клапанов выдоха в конструкции респиратора и установлено, что его наличие уменьшает сопротивление дыханию и позволяет выводить влагу из подмасочного пространства. Исследованы конструктивные особенности клапанов выдоха и по стандартизированной методике проведены испытания по определению основных показателей и герметичности. Исследовано влияние температуры на герметичность клапанов, установлено, что ее повышение приводит к порче лепестка и ухудшению показателей. Проведены испытания с имитацией попадания пыли в клапан.

Ключевые слова: клапан выдоха, герметичность, лепесток клапана, подсос воздуха, температурное воздействие, имитация пыли

The authors have analyzed the exhalation valve in the respirator construction and have found that its presence reduces the breathing resistance and allows removing moisture from undermask space. Structural features of the exhalation valve have been investigated by standardized method tests and identified key parameters and impermeability. Analysis of the effect of temperature on the impermeability of valves showed that it leads to damage of the petal

and performance degradation. Tests with simulated ingress of dust into the valve has been carried out.

Keywords: exhalation valve, impermeability, valve petal, leakage, temperature influence, dust simulation

*Рекомендовано до публікації докт. техн. наук
В.І. Голіньком. Дата надходження рукопису 15.02.11*

УДК 622.272.3: 622.418: 628.518

**О.А. Бойко,
В.А. Бойко, д-р. техн. наук, проф.**

Государственное высшее учебное заведение
„Национальный горный университет“, г. Днепропетровск,
Украина, e-mail: boykooo@yandex.ru

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИТОКА ТЕПЛА МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В ВЫРАБОТКУ И СПОСОБЫ ЕГО СОКРАЩЕНИЯ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ МИКРОКЛИМАТА ГЛУБОКИХ ШАХТ ДОНБАССА

**О.А. Boyko,
V.A. Boyko, Dr. Sci. (Tech.), Professor**

State Higher Educational Institution
“National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine,
e-mail: boykooo@yandex.ru

PRELIMINARY ASSESSMENT OF HEAT FLOW FROM ROCK MASSIF INTO HEADINGS AND WAYS OF ITS REDUCING FOR MICROCLIMAT NORMALIZATION IN DEEP MINES OF DONBASS

Разработан аналитический метод расчета притока тепла из горного массива в расположенную в нем выработку, учитывающий формирование цилиндрической теплоуравнивающей оболочки горных пород вокруг выработки за счет их теплопроводности. С применением MathCAD 11 Enterprise определено термическое сопротивление теплоуравнивающих оболочек тепловому потоку. Рассчитаны величины удельного теплового потока для основных типов горных пород глубоких горизонтов (песчаника, сланцев и известняка) при охлаждении массива горных пород движущимся в выработке с различной скоростью потоком воздуха. Предложены для использования некоторые способы и средства снижения притока тепла горного массива в выработку.

Ключевые слова: охлаждение горного массива, теплоуравнивающая оболочка, удельный тепловой поток

Состояние экономики любой страны и жизненный уровень ее населения в значительной степени зависят от ее природных условий, наличия минеральных ресурсов, степени обеспеченности энергоносителями и наличия квалифицированных кадров.

Украина расположена в зоне благоприятного континентального климата, обладает четвертью мировых ресурсов чернозема, ее недра богаты минеральными ресурсами. Страна обладает трудолюбивым населением и в достаточной степени обеспечена квалифицированными кадрами. Объективно в Украине существуют все условия для развития мощной современной техники и технологии производства, обеспечения высокого жизненного уровня ее населения. Но, к сожалению, двадцатилетие своей независимости страна встречает с не укладывающимися в рамки здравого смысла показателями.

По данным ООН, 78% населения Украины отнесены к живущим ниже уровня бедности, страна импортирует огромное количество зарубежных товаров и продуктов питания, находится в финансовой зави-

симости от МВФ и постоянном ожидании очередных траншей займа, а на мировом рынке выступает как продавец минерального и промышленного сырья. Такая ситуация в значительной степени объясняется особенностями строящегося в стране капитализма. Однако есть и некоторые объективные причины экономических трудностей страны.

Одним из важнейших факторов, приведших к кризисному состоянию экономики страны, является неудовлетворительный уровень обеспеченности энергоресурсами. Перекидывать всю вину за это на руководство Украины в период независимости нельзя, поскольку такая ситуация начала складываться еще в 60-годы прошлого столетия. Поставленная Н.С. Хрущевым задача развития азиатской части Советского Союза была прогрессивной по сути и по форме для огромной страны, но в значительной степени замедлила темпы развития Украины. Разведка и освоение природных запасов Украины практически прекратились, Донбасс в начале 70-х еще вышел на рекордные показатели по добыче угля и выдал 218 млн тонн каменного угля, но проектирование и строительство угольных шахт практически прекратилось, шахтный фонд устаревал. В ито-