

$$\sin \gamma_{\phi} = \sin^2 \omega + \frac{\cos^2 \omega + \tan \gamma_N}{\sqrt{1 + \tan^2 \omega + \tan^2 \gamma_N}} \quad (4)$$

Значения передних углов в нормальном сечении

Таблица 1.

Обрабатываемый материал		Значения угла для фрез	
		Из быстрорежущих сталей	Твердосплавных
Сталь	$\sigma_{\text{в}} \text{ до } 60 \text{ МПа}$	20	15
	$\sigma_{\text{в}} = 600 \dots 1000 \text{ МПа}$	15	+5...-5
	$\sigma_{\text{в}} > 1000 \text{ МПа}$	12...10	-10...-15

Значение переднего угла в нормальном сечении показано по табл. 2.

Таблица 2. Значения передних углов в нормальном сечении и фактические углы

γ_N	Угол γ_{ϕ} при угле ω в градусах						
	5	10	20	30	40	50	60
5	50	6030/	110	17050/	270	37030/	4903 0/
10	100	11020/	15010/	21020/	29030/	39015/	5003 0/
15	150	16010/	19020/	24050/	320	410	5103 0/

Задний угол в сечении определяется по формуле:

$$\text{tg} \alpha_N = \frac{\text{tg} \alpha}{\cos \omega} \quad (5)$$

Для чистовых фрез с мелкими зубьями $\alpha \approx 16^\circ$ для черновых с крупным зубом $\alpha = 12^\circ$ для дисковых и прорезных фрез $\alpha \approx 20^\circ \dots 30^\circ$.

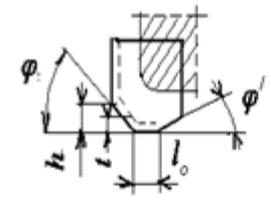
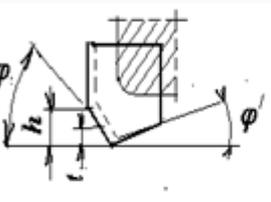
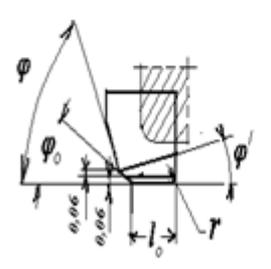
Угол наклона винтовых канавок фрез можно определить по табл. 3.

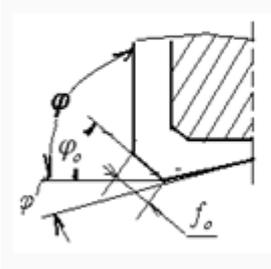
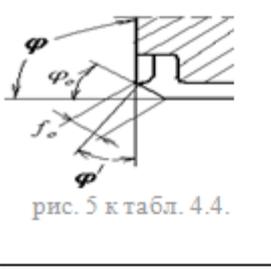
Таблица 3. Углы наклона режущих зубьев фрез

Типы фрез	Угол в градусах
Цилиндрические:	
насадные	45...60
концевые	30...60
мелкозубые	25...30
Дисковые <u>дву- и трехсторонние</u>	15...20
Торцовые мелкозубые	25...30

Угол в плане основных типов фрез можно определить по табл. 4.

Таблица 4. Характеристика дорожной фрезы

Схема	φ	φ_0	φ'	Характеристика фрез
	20...30 45...60	—	2...3 2...3	Торцовые фрезы с $D \geq 150$ мм для грубой обработки с глубиной резания до 3 мм. При глубине резания до 3 мм.
	45...60	—	2...3	Торцовые фрезы с $D \geq 150$ мм для чистовой обработки при больших подачах. Вспомогательная кромка выбирается $l_0 = (4 \dots 6) \cdot S_z$.
	45...60	—	2...3	Торцовые фрезы $D < 150$ мм для чистовой обработки с одним <u>зачистным</u> зубом, возвышающимся над остальными на 0,06 мм. Фрезы с $D > 150$ мм имеют два <u>зачистных</u> зуба. Длина $l_0 > S_z$, но не менее 30 мм. Угол φ' на <u>зачистных</u> зубьях равен нулю при

				обработке чугуна и $\varphi' = 6 \dots 12^\circ$ при обработке стали
	90	—	1...3	Торцовые фрезы для обработки взаимно перпендикулярных плоскостей, пазов и канавок. Фаска $f_0 = 0,5 \dots 1,5$ мм в зависимости от диаметра фрез
 рис. 5 к табл. 4.4.	90	45	1 ... 2	Фрезы дисковые дву- и трехсторонние. Фаска $f_0 = 0,5 \dots 1,5$ мм, если не задана чертежом
	90	45	—	Прорезные (шлицевые) фрезы с $D = 40 \dots 60$ мм; при ширине до 0,8 мм угол $\varphi' = 15^\circ$, свыше 0,8 мм — $\varphi' = 30^\circ$
	90	—	—	Прорезные (шлицевые) фрезы с $D = 75$ мм; при ширине 2...3 мм угол $\varphi' = 1^\circ$; свыше 3 мм — угол $\varphi' = 30^\circ$

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Высоту h угловой режущей кромки принимают на 0,5...1,0 мм больше глубины резания t . Для фрез с углом $\varphi = 45 \dots 60^\circ$ мм, $h = 3 \dots 7$ мм.

2. У дисковых фрез, предназначенных для обработки точных (мерных) пазов за один проход вспомогательный угол определяется по формуле: $\text{tg } \varphi' = \Delta B / 2h_1$, где ΔB — допустимое уменьшение ширины фрезы после переточки b ; h_1 — высота стачиваемой части зуба.

2. Задаться удельным сопротивлением резания асфальтобетона с учетом температуры окружающего воздуха при выполнении работ.

Расчет основных параметров эксцентричной дорожной фрезы состоит из следующих основных этапов:

1. На основании заданной производительности по фрезерованию материала, определяется поступательная скорость движения базовой машины по дефектному покрытию по зависимости

$$U = \frac{B}{h_{\text{max}} * \Pi} \quad (6)$$

где Π — производительность фрезы;

B - максимальная ширина фрезерования;
 h_{\max} - максимальная глубина фрезерования.

2. В зависимости от выбранной схемы привода фрезерного рабочего органа или по анализу существующих конструкций дорожных фрез, принимается значение величины расстояния от оси вращения фрезы до поверхности фрезеруемого материала L .

3. Задается частота вращения фрезерного рабочего органа n . Обычно ее величина не превышает 120 об/мин.

Фрезерный рабочий орган представляет собой барабан, на котором в определенной схеме установлены резцы. Для рациональной расстановки резцов с целью обеспечения высокой производительности и снижения удельной энергоемкости разрушения необходимо знать угол скола пород. От угла скола зависит объем породы, отделяемой от массива, при проходе резца. Также необходимо учитывать, что фрезы работают в большом диапазоне рабочих скоростей и с разной по величине толщиной стружки, поэтому необходимо выяснить, имеется ли влияние на геометрические параметры скола от глубины резания породы резцом.

Основным рабочим органом дорожной фрезы является барабан. В процессе работы его опускают на необходимую глубину. Барабан вращается, срезая покрытие. Его можно опускать как параллельно, так и под наклоном к покрытию.

В зависимости от конструкции фрезы разрушенное покрытие может оставаться за машиной или сразу грузиться на грузовой транспорт.

4. Определяется радиус расстановки зубьев относительно общего геометрического центра по зависимости

$$R_{\phi} = \frac{L+h_{\max}\sqrt{(L+h_{\max})^2-\frac{900*U^2}{n^2}}}{2} \quad (7)$$

где L — расстояние от оси вращения фрезы до дневной поверхности фрезеруемого материала;

h_{\max} - максимальная глубина фрезерования;

U - поступательная скорость движения фрезы;

n - частота вращения фрезы.

5. Определяется эксцентриситет фрезерного рабочего органа

$$e = \frac{225*U^2}{R_{\phi}*n^2} \quad (8)$$

С увеличением глубины фрезерования должно увеличиваться значение эксцентриситета при соблюдении условия фрезерования материала всеми режущими элементами фрезы. В противном случае может возникнуть эффект «холостой» работы части зубьев с малым радиусом фрезерования.

При малых значениях эксцентриситета и больших поступательных скоростях рост среднего крутящего момента и мощности фрезерования более интенсивен из-за большого угла контакта с материалом при большей абсолютной скорости режущего

элемента, что увеличивает работу на фрезерование материала и как следствие мощность на привод рабочего органа.

С ростом величины эксцентриситета фрезы, происходит снижение среднего крутящего момента и мощности до некоторого оптимального значения по причине уменьшения суммарного угла контакта с фрезеруемым материалом из-за большой разницы между максимальным и минимальным радиусами фрезерования. Однако следует учитывать, что при больших значениях эксцентриситета увеличивается площадь не вырезанного массива в поперечном сечении фрезы.

Рациональными для получения минимальных значений среднего крутящего момента и мощности привода фрезы рекомендуется, в качестве исходных для расчета, принимать следующие значения конструктивных и режимных параметров эксцентричной фрезы:

- эксцентриситет $100\text{ мм} \leq e \leq 150\text{ мм}$;
- максимальная глубина фрезерования $200\text{ мм} \leq h_{\text{max}} \leq 400\text{ мм}$;
- поступательная скорость фрезы $0.1\text{ м/с} \leq U \leq 0.18\text{ м/с}$;

6. Определяется максимальный радиус фрезерования и принимается равным радиусу фрезы с постоянным радиусом фрезерования по зависимости

$$R_{\text{max}} = R_6 + e \quad (9)$$

7. Проводится проверка по значению максимальной абсолютной скорости для режущей кромки, расположенной на максимальном радиусе фрезерования R_{max}

$$V_{\text{max}} = \sqrt{\omega^2 * R_{\text{max}}^2 + U^2 \pm 2 * \omega * R_{\text{max}} * U * \cos\alpha} \quad (10)$$

где $\alpha=0^\circ$ - для получения максимального значения абсолютной скорости режущей кромки фрезы.

При этом проверяется условие

$$V_{\text{max}} \leq V_{\text{пред}} \quad (11)$$

где - предельно допустимая абсолютная скорость фрезерования данного материала.

В случае нарушения условия 6, рекомендуется перерасчет с п.3 по п.7, в противном случае возможен ускоренный износ резцов фрезы.

8. Определяется оптимальное число зубьев в поперечном сечении фрезы при наличии условия, что фрезерование всегда ведется только одним зубом в данном сечении и при условии, что радиус традиционной фрезы с постоянным радиусом фрезерования равен R_{max}

8.1. Определяется угол контакта с материалом для фрезы с постоянным радиусом фрезерования

$$\alpha_k = \arcsin\left(2 * \sqrt{\frac{h_{\text{max}}}{2 * R_{\text{max}}} - \frac{h_{\text{max}}^2}{4 * R_{\text{max}}^2}}\right) \quad (12)$$

Или

$$\alpha_k = \arccos\left(1 - \frac{h_{\text{max}}}{R_{\text{max}}}\right) \quad (13)$$

8.2. Определяется число зубьев в поперечном сечении фрезы с постоянным радиусом фрезерования и принимается то же количество для фрезы с переменным радиусом фрезерования по зависимости

8.3. Величина Z округляется до целого числа зубьев в поперечном сечении фрезы Z/μ и рассчитывается угол расположения зубьев относительно оси вращения для эксцентричной фрезы по зависимости 360°

9. Определяем радиус расположения зубьев относительно оси вращения фрезы по формуле

где угол расположения i - того зуба

$$R_i = \sqrt{R_B^2 + e^2 - 2 * R_B * e * \cos(\alpha_{Pi} - \arcsin \frac{e * \sin \alpha_{Pi}}{R_B})} \quad (14)$$

i — номер зуба, для которого находим

$$\alpha_{Pi} = (i - 1) * \alpha_r \quad (15)$$

10. Определяем угол контакта с фрезеруемым материалом для каждого отдельного зуба с помощью программы по определению угла контакта и зависимостей.

11. Определяется угол расположения зубьев α_{3Hij} для эксцентричной дорожной фрезы относительно их геометрического центра установки по

где R_i, R_j — соседние радиусы расположения кромок режущих элементов, между которыми определяется угол расположения относительно геометрического центра установки.

12. Выполняется проверка полученных α_{3Hij}

13. Для построения развертки фрезы, определяется длина дуги между двумя соседними зубьями для окружности радиусом R_B

14. Выполняется проверка полученных A_μ

15. Для информации можно определить длину развертки фрезы с постоянным радиусом фрезерования.

16. Определяется работа по фрезерованию материала каждым отдельным зубом эксцентричной фрезы по зависимости

где для упрощения расчетов можно принять $\cos / \sim 1$;

A - работа по фрезерованию материала i — той кромкой режущего элемента эксцентричной фрезы;

v_i - абсолютная скорость кромки режущего элемента, определяется по зависимости

- угол контакта с материалом для данной i — той кромки режущего элемента эксцентричной фрезы;

L — расстояние от дневной поверхности фрезеруемого материала до оси вращения фрезы;

k - удельное сопротивление резания для данного фрезеруемого материала.

17. Построение развертки новой эксцентричной фрезы по кромкам режущих элементов (в качестве примера показано построение для восьми зубьев в поперечном сечении):

w – максимальная ширина режущей кромки;

t – шаг режущих кромок по габаритному размеру w .

Шаг режущих кромок может принимать следующие значения:

1. $t=0$;

2. $t<0$ (с учетом перекрытия режущих элементов);

3. $t>0$ (учитывается величина разрыхления материала).

18. Определение количества винтовых линий для данной цилиндрической фрезы с шириной фрезерования B по зависимости.

- общее число зубьев на развертке фрезы (см. рис. 1);

$Z_{пр} \sim$ принятое число зубьев.

19. Получение суммарной работы по фрезерованию материала с учетом ширины фрезерования по зависимости

20. Уточняется величина расстояния от оси вращения фрезы до дневной поверхности материала L по возможности размещения привода фрезерного рабочего органа в соответствии с выбранной конструктивной схемой.

В случае невозможности размещения привода требуется перерасчет с п.2 по п.20 с предварительной корректировкой величины L .

1. Результаты исследований позволили определить рациональные параметры рабочего органа ДФ и параметры фрезерования.

2. Подтверждено что усилия, возникающие на рабочем органе ДФ при фрезеровании асфальтобетона, зависят от геометрических параметров установки резцов, глубины резания и скорости движения. Полученные зависимости позволят определять на стадии проектирования рабочих органов ДФ возникающие на резце нагрузки

В связи с тем, что наибольшему износу подвержены резцы, расположенные на краях барабана, при разработке эффективной конструкции барабана ДФ для их изготовления целесообразно использовать более износостойкие материалы (сплав, содержащий 2,0-2,4% С, 8,0-10,0% Ti,) в то время, как другие могут быть стандартными

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. C.Senderowski, Z.Bojar, G.Roy, T.Czujko, W.Wolczynski. Residual Stresses Determined by the Modified Sachs Method Within a Gas Detonation Sprayed Coatings of the Fe-Al Intermetallic // Archives of Metallurgy and Materials. V. 52, issue 4. - 2007. -10 p.
2. S.Kumar, V.Selvarajan, P.V.A.Padmanabhan, K.P.Sreekumar Characterization and comparison between ball milled and plasma processed iron-aluminium thermal spray coatings // Surface&Coatings Technology. 201. –2006. -P. 1267-1275.
3. H.-T.Wang, Ch-J.Li, G.-J.Yang, Ch-X.Li. Cold Spraying of Fe/Al Powder mixture: Coating Characteristic and Influence of Heat Treatment on the Phase Structure Applied Surface Science. 255. -2008. –P. 2538-2544.
4. Sanjeev Chandra, Pierre Fauchais. Formation of Solid Splats During Thermal Spray Deposition // Journal of Thermal Spray Technology. - 2009. - V. 18 (2), pp 148-180.
5. Елисеев Ю.С., Абраимов Н.В., Крымов В.В. Химико-термическая обработка и защитные покрытия в авиадвигателестроении. – М.: Высшая школа, 1999. – 525 с.
6. Mukhitdinov A., Ziyaev K., Omarov J., Methodology of constructing driving cycles by the synthesis, E3S Web of Conferences, (2021), DOI: 10.1051/e3sconf/202126401033
7. Ziyaev K., Development of a test complex for determining the modes of movement of vehicles, Scientific-technical journal of FerPI(2021)
8. Khankelov, T., Mukhitdinov, A., Ibrokhimov, S., Aslonov, N., Mirkholikov, S. Determination of the Lengths of Rebounds of Elastic Components of Solid Municipal Waste. <https://doi.org/10.1063/5.0089528>
9. Кудайбергенов М.С, Мухамедова Н.Б, Мирхоликов С.М, Юсубжонов С.С. (2022). ПОВЫШЕНИЕ РАБОТАСПОСОБНОСТИ ЗУБЬЕВ КОВШЕЙ ЭКСКОВАТОРОВ. EURASIAN JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH, 2(13), 242–245. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7431598>

ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ И ХАРАКТЕР ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОТОРНОГО МАСЛА

Собит Иброхимов

(к.т.н., доцент)

Кудайбергенов Мавлян Саидакбарович

Мирхоликов Сардор Машрафхон угли

Мухамедова Нафиса Баходировна

Ташкентский государственный транспортный университет

Аннотация. *В данной работе рассмотрены вопросы динамики и характер загрязнения моторных масел эксплуатируемых в карьерных зонах Республики. Отмечено, что механические примеси, кислотное число и содержание воды увеличивается значительно, чем изменения вязкости масла, что приводит увеличение потери масла на угар. Даны некоторые рекомендации по сроку замены масла в картерах машины.*

Ключевые слова: *динамика, надёжность, вязкость, моторесурс, загрязнения моторного масла, износ, вода, старение масел, картер, общее щелочное число.*

ВВЕДЕНИЕ

Надёжность и долговечность гидравлических систем двигателей зависят от комплекса конструктивных, технологических и эксплуатационных факторов, важное место среди которых занимает чистота заправляемой и работающей смазочных материалов.

Основная функция моторного масла – снижение трения и износа трущихся поверхностей деталей двигателя за счет создания на их поверхностях прочной масляной пленки. Одновременно моторные масла должны обеспечивать:

- уплотнение зазоров в сопряжениях работающего двигателя и, в первую очередь, деталей цилиндропоршневой группы;
- эффективный отвод тепла от трущихся поверхностей деталей, удаление из зон трения продуктов износа и других посторонних веществ;
- надёжную защиту рабочих поверхностей деталей двигателя от коррозионного воздействия продуктов окисления масла и сгорания топлива;
- предотвращение образования всех видов отложений (нагары, лаки, зольные отложения, шламы) на деталях двигателя при его работе на различных режимах.

Для выполнения этих функций моторные масла должны удовлетворять следующим эксплуатационным требованиям:

- 1) оптимальные (в зависимости от уровня форсирования двигателя) моющие, диспергирующие, нейтрализующие и антиокислительные свойства, благодаря которым обеспечивается чистота деталей двигателя в период эксплуатации;

2) высокие противоизносные, противозадирные и противокоррозионные свойства, обеспечивающие надежную, долговечную и экономичную работу двигателей в течение установленного моторесурса;

3) высокий индекс вязкости (особенно для зимних и всесезонных масел) для сохранения минимально допустимой толщины масляной пленки в нагруженных узлах двигателя при высоких температурах и хорошей прокачиваемости масла через зазоры в сопрягаемых узлах, обеспечивающий легкий пуск при отрицательных температурах;

4) совместимость моторных масел с различными по составу базовой основой и присадками;

5) высокую стабильность при окислении, механическом воздействии и обводнении, т.е. сохранение первоначальных свойств как в многообразных условиях применения, так и при длительном хранении;

6) малый расход масла при работе двигателя;

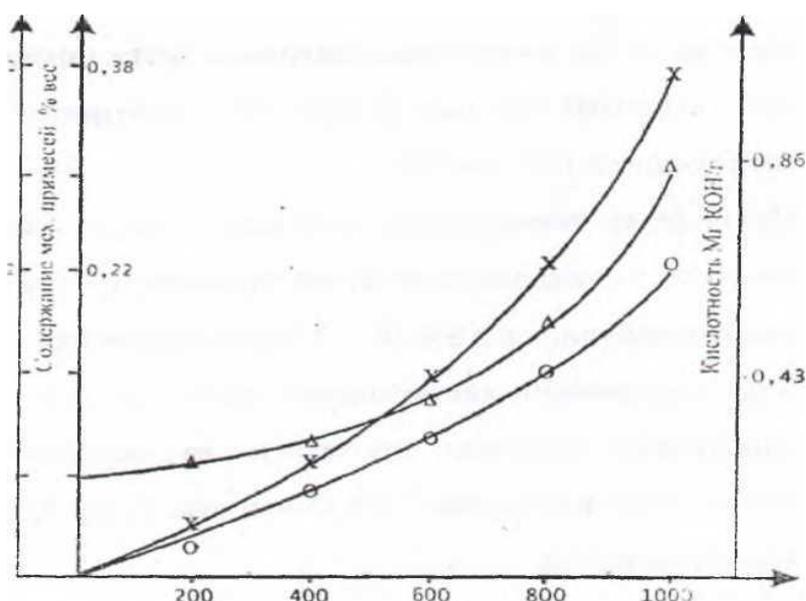
7) большой срок службы масла до замены без ущерба для надежной работы двигателя.

К некоторым моторным маслам предъявляют особые дополнительные требования.

К основным причинам, вызывающим загрязнение моторного масла, относятся: загрязнение деталей и системы ДВС в производственных условиях, металлической, абразивной пылью; загрязнения, попадающие в резервуар и картер вместе с жидкостью при транспортировке и заправке; жидкое качество фильтрации моторного масла системе ДВС, продукты окисления масла деталей двигателя; продукты износа трущихся пар двигателя частицы пыли, попадающие в бак через сапун при «дыхании» двигателя через зазоры манжет и уплотнений при возвратно-поступательном движении поршня.

Утверждается, что механические загрязнения приводят к следующим последствиям: к повышенному износу сопряженных поверхностей деталей двигателя внутреннего сгорания; к увеличению усилия стягивания и заклинивания регулирующей и распределительной аппаратуры а также маслонасоса; к закупориванию рабочих отверстий в дросселях и других каналах малого сечения; к возникновению кавитационных явлений в картере ДВС; к окислению жидкостей и ухудшению их эксплуатационных свойств и др. опасным для моторов СДМ следует считать частицы размером 23-5 мкм.

Анализ исследований. Анализ загрязнённой двигателей внутреннего сгорания СДМ при эксплуатации показал, что в большинстве случаев концентрация механических примесей превышает допустимую норму. По данным при эксплуатации в НГМК карьерах НГМК гидравлических экскаваторов величина, загрязнений моторного масла в двигателях увеличиваются каждые 50 мото-часов работы среднем на 15-20 (10-2 мг/л), что на 30-40 процентов больше допустимой нормы.



Наработка машин,
моточас

Рис 1. Динамика накопления загрязнения в моторном масле

Загрязнения имеют неорганическое и органическое происхождение. Основную часть загрязнений составляют продукты неорганического происхождения: минеральная пыль, металлические продукты износа соли, свинца, вода и др. (75-80 процентов). Содержание продукта органического происхождения не превышает 20-25 процентов. Продукты органического происхождения возникают за счет старения масла, то есть увеличения кислотного числа в процессе эксплуатации, что приводит к ухудшению физико-механических свойств масла и их эксплуатационных свойств.

Старение масла происходит вследствие окисления составляющих его углеводородов кислородом воздуха под воздействием температуры и катализаторами минерального происхождения, давления и в присутствии металлов за счет загрязнения механическими примесями пылью и т.п.

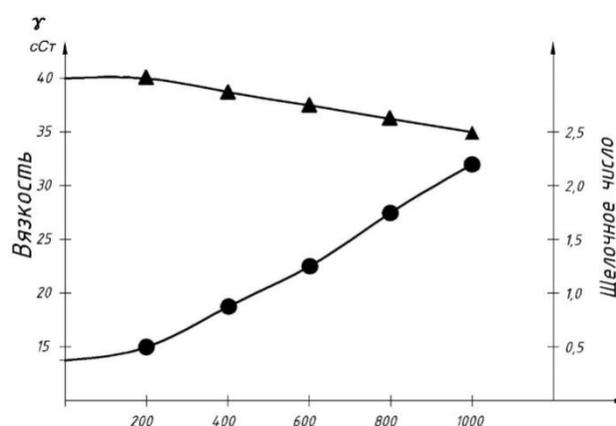


Рис 2. Изменение вязкости и щелочного числа моторного масла.

Окислению способствуют свет, вода и металлы. В особенности медь.