

Структура риска для здоровья
работающих, обусловленного
смолистыми веществами воздуха
рабочей зоны на производстве
угольных электродов

д.м.н. Турбинский В.В.

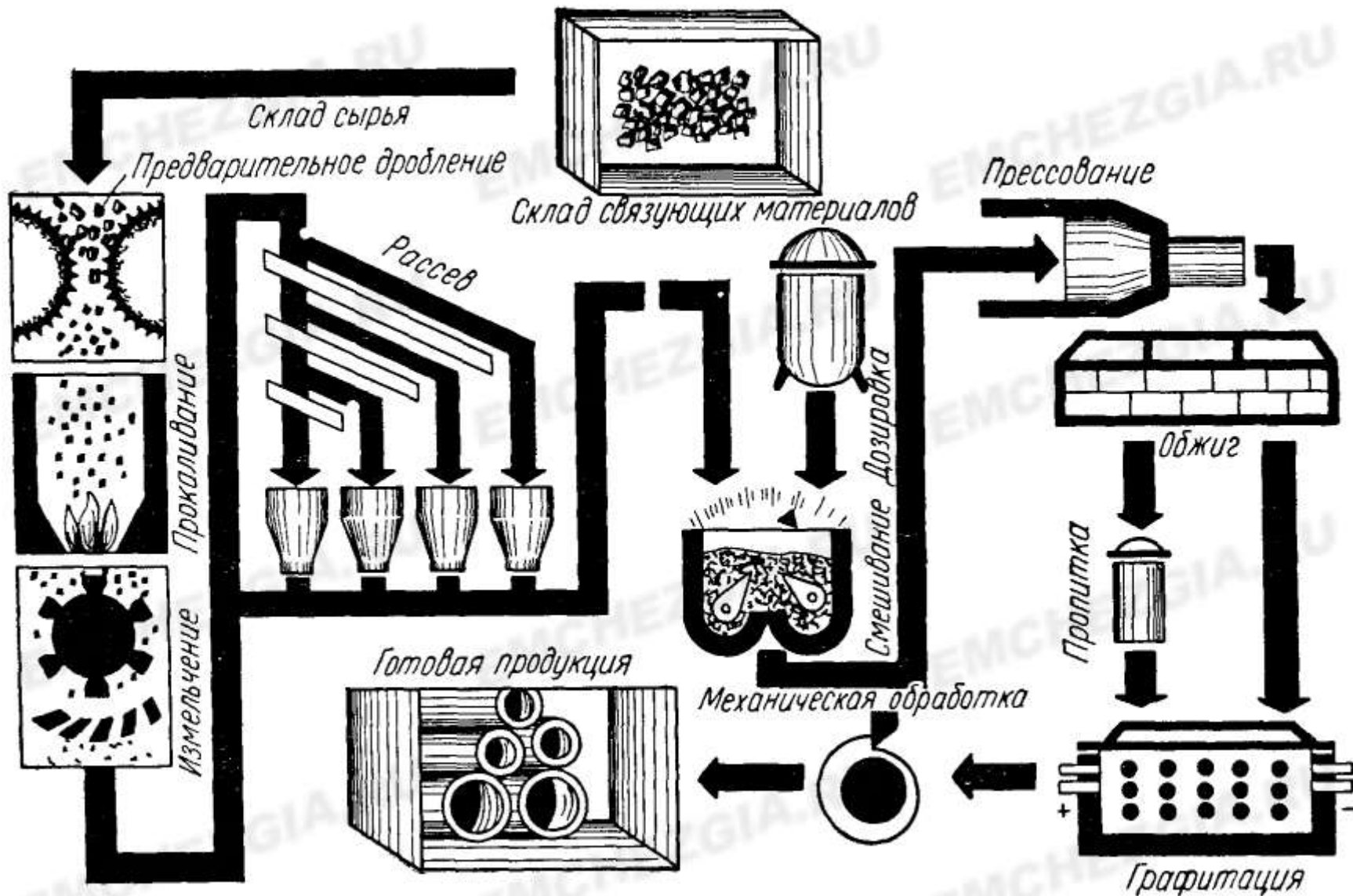
ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены»

Роспотребнадзора, директор

Актуальность.

- В производстве угольных электродов Антрацит продолжает оставаться основным технологическим сырьем (наполнителем).
- На Новосибирском электродном заводе (ЗАО «НовЭЗ») для производства углеродной продукции применяется антрацит Горловского, Колыванского и Ургунского месторождений Горловского бассейна.

Схема производства электродов



Технология

- Современные требования к углеродной продукции предусматривают термическую обработку антрацита перед его применением в качестве углеродного наполнителя. Традиционными процессами термообработки антрацитов являются: газокальцинирование во вращающейся печи при температуре до 1350 °С и электрокальцинирование в электрокальцинаторе при температуре около 1800 °С.
- ЗАО «Новосибирский электродный завод» в настоящее время оснащен оборудованием для **газовой кальцинации** (вращающиеся прокалочные печи УВК — 60х3,5) и оборудованием для производства **электрокальцинированного** термоантрацита (электрокальцинатор ИЭТ-10).

- Современная мировая практика идет по пути **увеличения степени термообработки** применяемых наполнителей для катодных блоков как для существующих электролизеров с токовой нагрузкой до 200 кА, так и в случае их модернизации.

- Новосибирский электродный завод для получения термоантрацита АПГ использует П-образные графитировочные печи с длиной керна 35 м, что позволяет организовать крупнотоннажное производство. Эти печи предназначены для выпуска графитированных электродов.

Общие изменения состава смол при вторичных термических превращениях:

- — **уменьшение** общего выхода смолы;
- — **уменьшение** количества нейтральных кислородосодержащих соединений и карбоновых кислот, при пиролизе при $800 - 850^{\circ} \text{C}$;
- — значительное **уменьшение** содержания фенолов (от 25 – 50 % в смолах, полученных при конечных температурах термического разложения $450 - 550^{\circ} \text{C}$, до 1 – 2 % – при температуре 850°C);
- — резкое **снижение** содержания соединений с большим числом боковых цепей или длинными (более одного атома углерода) боковыми цепями;
- — в смолах **накапливаются** наиболее стабильные полициклические ароматические углеводороды и гетероциклические системы.

Состав каменноугольной смолы по отдельным веществам

(Пудов А.М., Мустафин Е.С., Касенов Р.З., Халенов О.С., Давренбеков С.Ж.)

№	Вещество	% по массе	№	Вещество	% по массе
1	Нафталин	8-12	21	Толуол	0,3
2	Фенантрен	4-5	22	Хинолин	0,3
3	Флуорантен	1,6-3	23	Дибензотиофен	0,3
4	Пирен	1-2	24	м- Ксилол	0,2
5	Аценафтен	1-2	25	о -Крезол	0,2
6	Хризен	1-2	26	п - Крезол	0,2
7	Флуорен	1-1,8	27	Изохинолин	0,2
8	Антрацен	1-1,8	28	Хинальдин	0,2
9	2-Метилнафталин	1,2-1,8	29	7,8 Бензохинолин	0,2
10	Карбазол	1,2-1,5	30	Бензонафтофуран	0,2
11	Дибензофуран	1,1-1,2	31	Индол	0,2
12	Инден	1-1,2	32	2,4 Ксиленол	0,1
13	Тионафтен	0,8	33	3,5 Ксиленол	0,1
14	Акридин	0,6	34	Пиридин	0,02
15	1-метилнафтен	0,5	35	α –Пиколин	0,02
16	Фенол	0,4	36	β- Пиколин	0,02
17	м – Крезол	0,4	37	γ - Пиколин	0,02
18	Бензол	0,4	38	2,4 Лутидин	0,01
19	Бифенил	0,4	39	2,6 Лутидин	0,01
20	2-Фенилнафталин	0,3	40	Бензофуран	0,01

Объекты исследования

образцы смолы с внутренней
поверхности вентиляционных
воздуховодов в цехе графитации
углеродной массы ЗАО «ЭПМ-
НовЭЗ»

Материалы исследования

- Протоколы химического анализа состава отобранных в цехе графитации ЗАО «ЭПМ-НовЭЗ» углеродной массы образцов смолы, выполненного в Химическом сервисном центре коллективного пользования СО РАН
- Результаты расчётов параметров токсикометрии химических веществ, величины ОБУВ, индекса и коэффициента опасности

Расчётные формулы:

- $LgDL50=2,8-0,013M$
- $LgDL50=0,0036*M+0,18$
- $LgCL50=2,17-0,026*M$
- $LgCL50=-0,0077*t_{кип}+2,18$
- $LgCL50=0,84*LgDL50(мм/кг)-2,23$
- $ОБУВ_{врз}=0,6-0,01*t+LgM$
- $ОБУВ_{врз}=0,4-0,01*M+LgM$
- $ОБУВ_{врз}=0,0008*DL50$
- $ОБУВ_{врз}=0,0005*CL50$

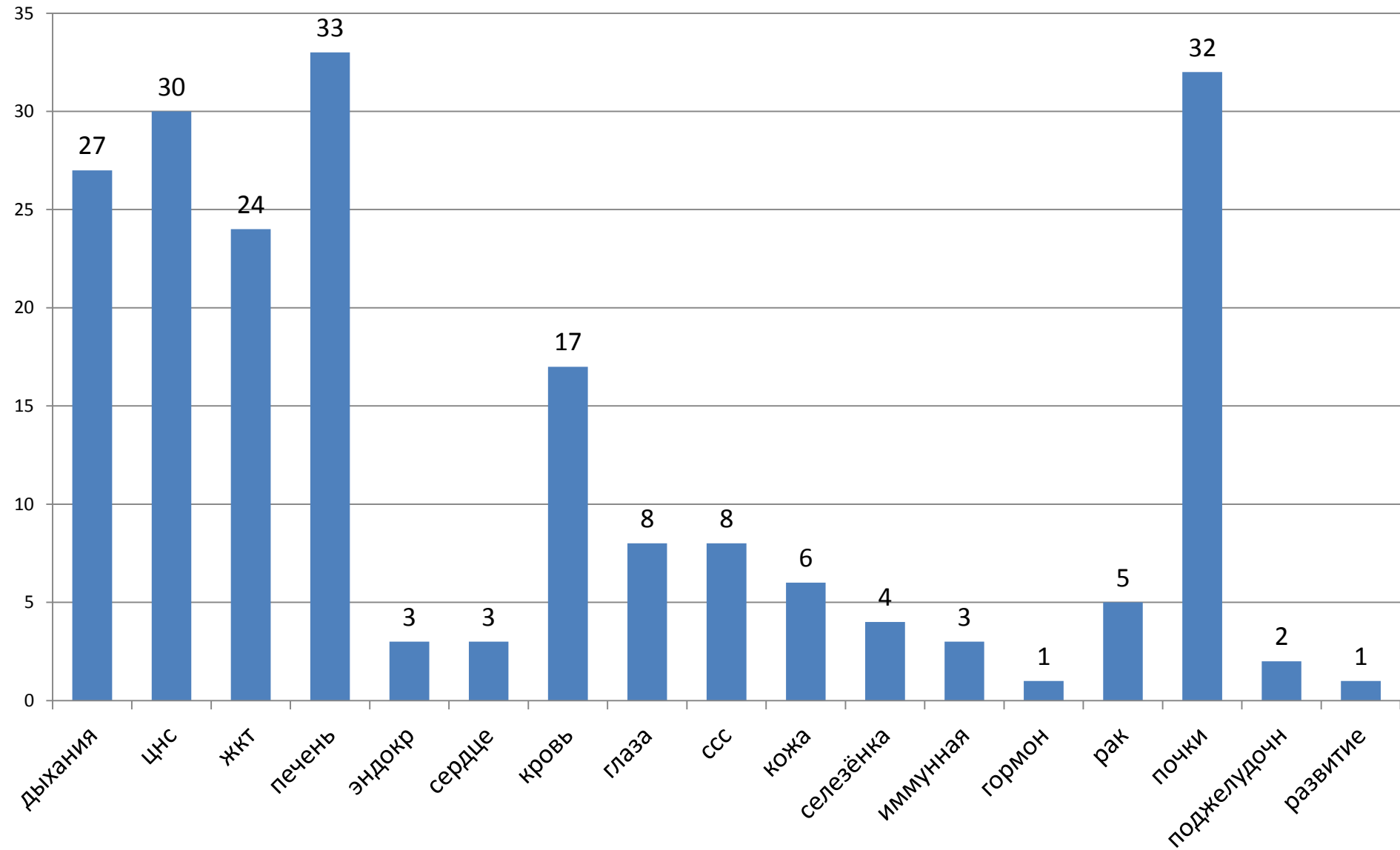
Гигиенические нормативы врз

- ПДКврз или ОБУВврз имеются только для 21 вещества :
 - 2 метилнафталин; 3,5 ксиленол; п-крезол; группа пиколинов; антрацен; аценафтен; бензол; бифенил; крезолы и ксилолы; нафталин; пирен; пиридин; толуол; фенантрен; фенол; хинолин; бензапирен.
- от 0,00015 мг/м³ у бензапирена до 50 мг/м³ у толуола и ксилола.
- Для большей части этих веществ (12-ти) величина гигиенического норматива более 1,0 мг/м³ (2 метилнафталин, 3,5-ксиленол, пиколины, антрацен, аценафтен, бензол, ксилол, нафталин, пиридин, толуол)
- Для остальных веществ, за исключением бензапирена, от 0,8мг/м³ (фенантрен) до 0,03мг/м³ (пирен).
- У бензапирена ПДКврз = 0,00015мг/м³.

5 веществ смолы каменноугольных возгонов отнесены к канцерогенным

- 1 к 1 группе по классификации МАИР (бензол),
 - 3 к 3 группе (хинолин, хризен, карбазол), и
 - 1 ко 2 группе (бензапирен).
- По классификации ЕРА канцерогены смолистых веществ каменноугольных возгонов отнесены к группе А – (бензол) и В2 (карбазол, хинолин, хризен, бензапирен).
 - По величина фактора канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии (sfi) наибольшую опасность представляет хинолин ($sfi=12$), далее следует бензапирен ($sfi=3,9$), потом – бензол ($sfi=0,027$), карбазол ($sfi=0,02$), хризен ($sfi=0,0031$).

Критические органы и системы организма при действии каменноугольных возгонов



Индекс опасности комбинированного действия

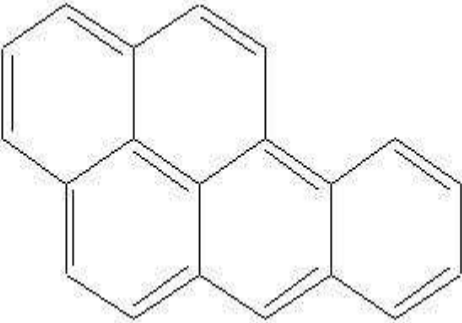
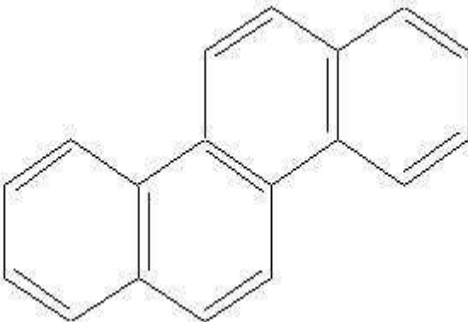
- Установлено, что в индекс опасности смолистых веществ каменноугольных возгонов в воздухе рабочей зоны (сумма С/ПДКврз) рассчитанный по величине ПДКврз отдельных компонентов составит 0,864, что соответствует критерию безопасности согласно п.5.1.4.
 - Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.05)

Индекс опасности комбинированного действия

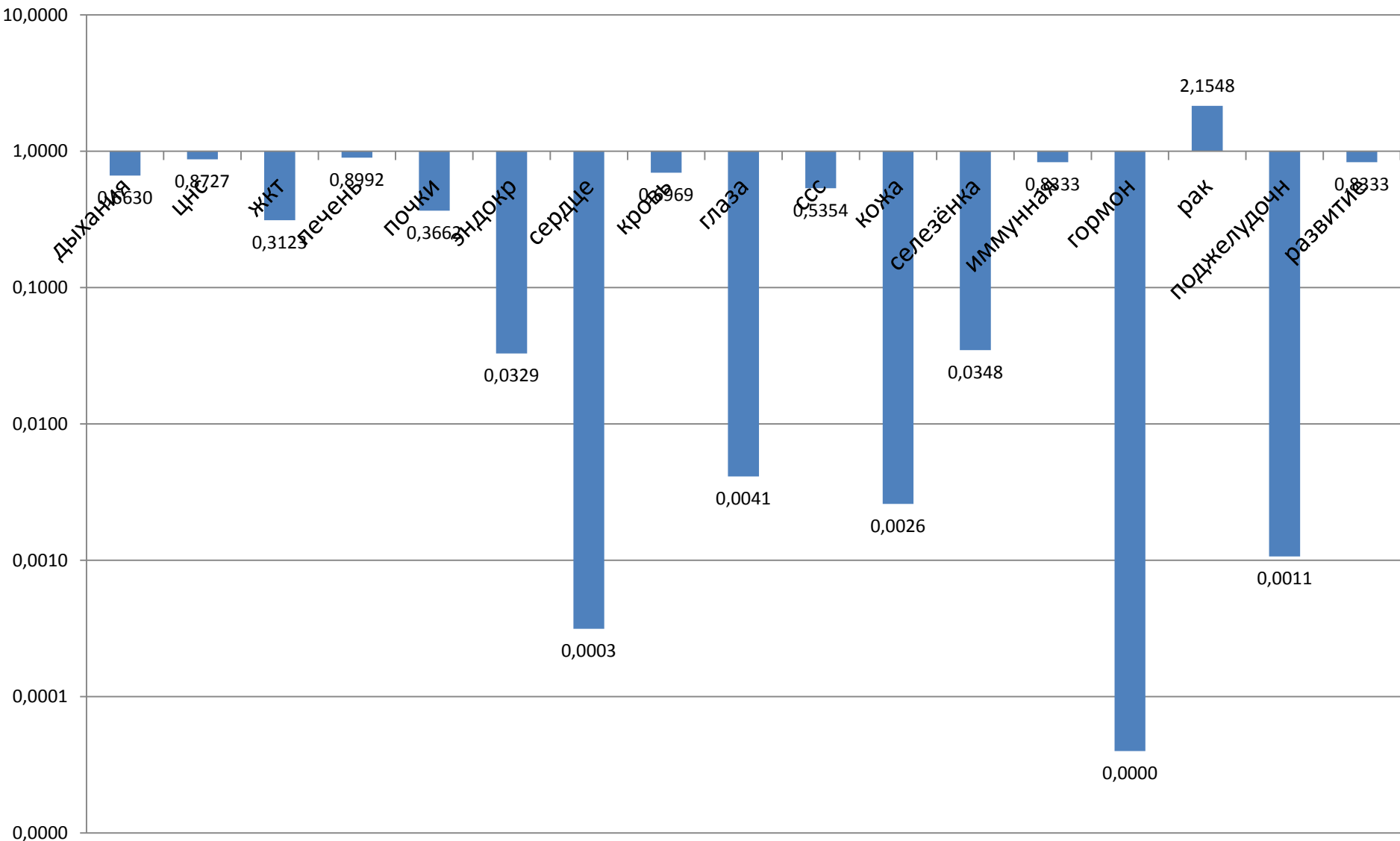
- для **40** веществ по прогнозными значениями **ОБУВврз**, показал значение - **3,355**;
- при использовании в расчётах индекса опасности установленных гигиенических нормативов (ПДКврз или ОБУВврз для 21 вещества и расчётных для 19 веществ) – **3,003**.

Структура индекса опасности СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ

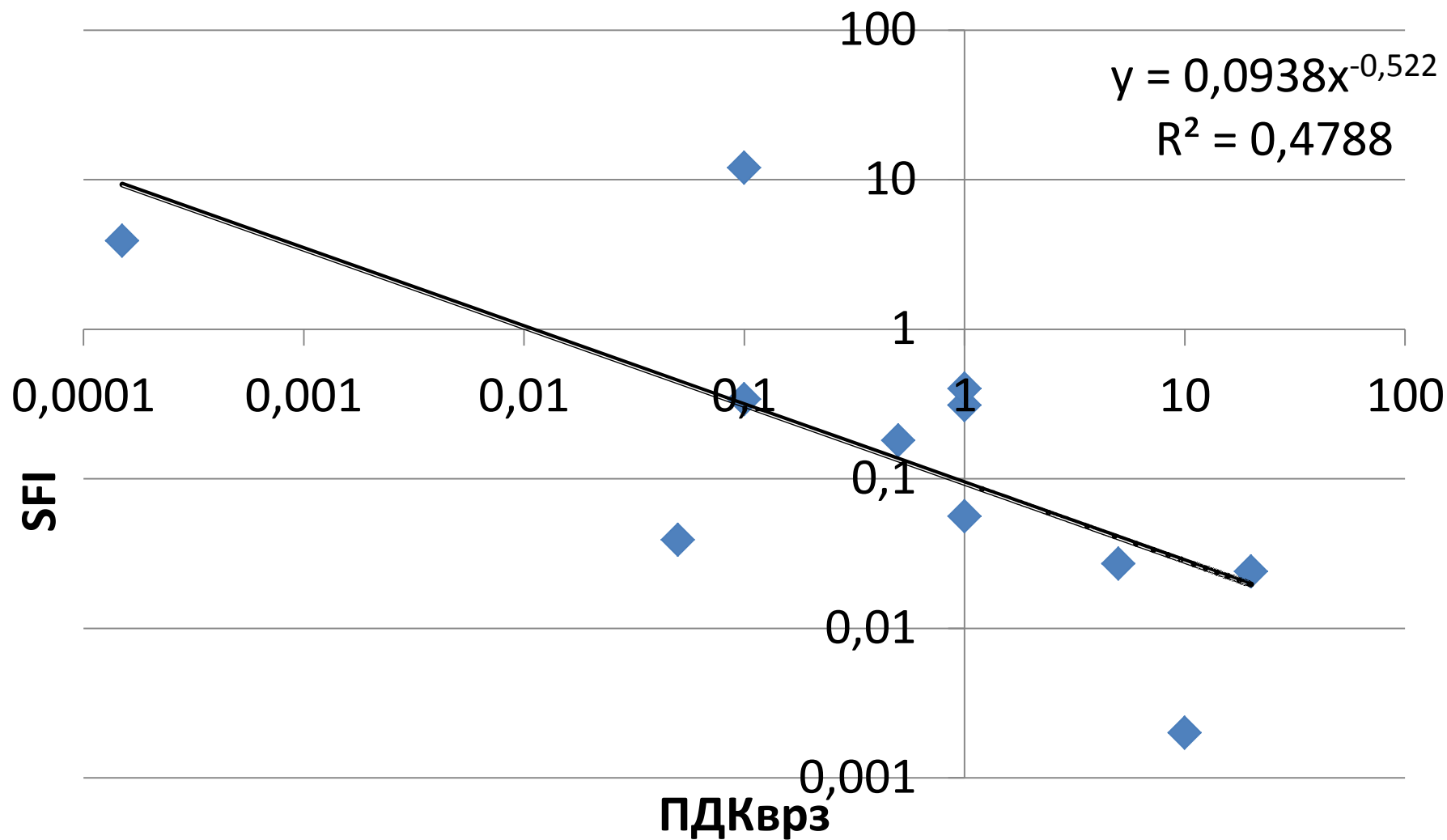
Вещество	% массы	% ИО (пдк обув ср)	% ИО (пдк)
Хризен	1,50%	39,5%	
Пирен	1,50%	0,8%	2,9%
Дибензофуран	1,15%	2,1%	
Дибензотиофен	0,30%	1,1%	
Флуорантен	2,30%	17,7%	
Акридин	0,60%	2,2%	
Бензапирен	0,25%	27,8%	96,4%
2-Фенилнафталин	0,30%	2,1%	
Карбазол	1,40%	4,7%	
всего	9,30%	97,96%	99,26%

БЕНЗО (a)ПИРЕН	Бензо (d,e,f)кризен; 3,4-Бензопирен; 6,7-Бензопирен	50-32-8	 <p>The image shows the chemical structure of Benzo(a)pyrene, a five-ring polycyclic aromatic hydrocarbon. It consists of a central pyrene core with a benzene ring fused to the 1-position.</p>
ХРИЗЕН	1,2-Бензофенантрен; Бензо (a)фенантрен; 1,2-Бензолфенантрен; Бензол (a)фенантрен; 1,2,5,6-Дибензонафталин	218-01-9	 <p>The image shows the chemical structure of Chrysene, a four-ring polycyclic aromatic hydrocarbon. It consists of a central naphthalene core with two benzene rings fused to the 1 and 2 positions.</p>

Индекс опасности комбинированного действия смолистых веществ каменноугольных возгонов воздуха рабочей зоны производства угольных электродов на критические органы и системы организма работающих

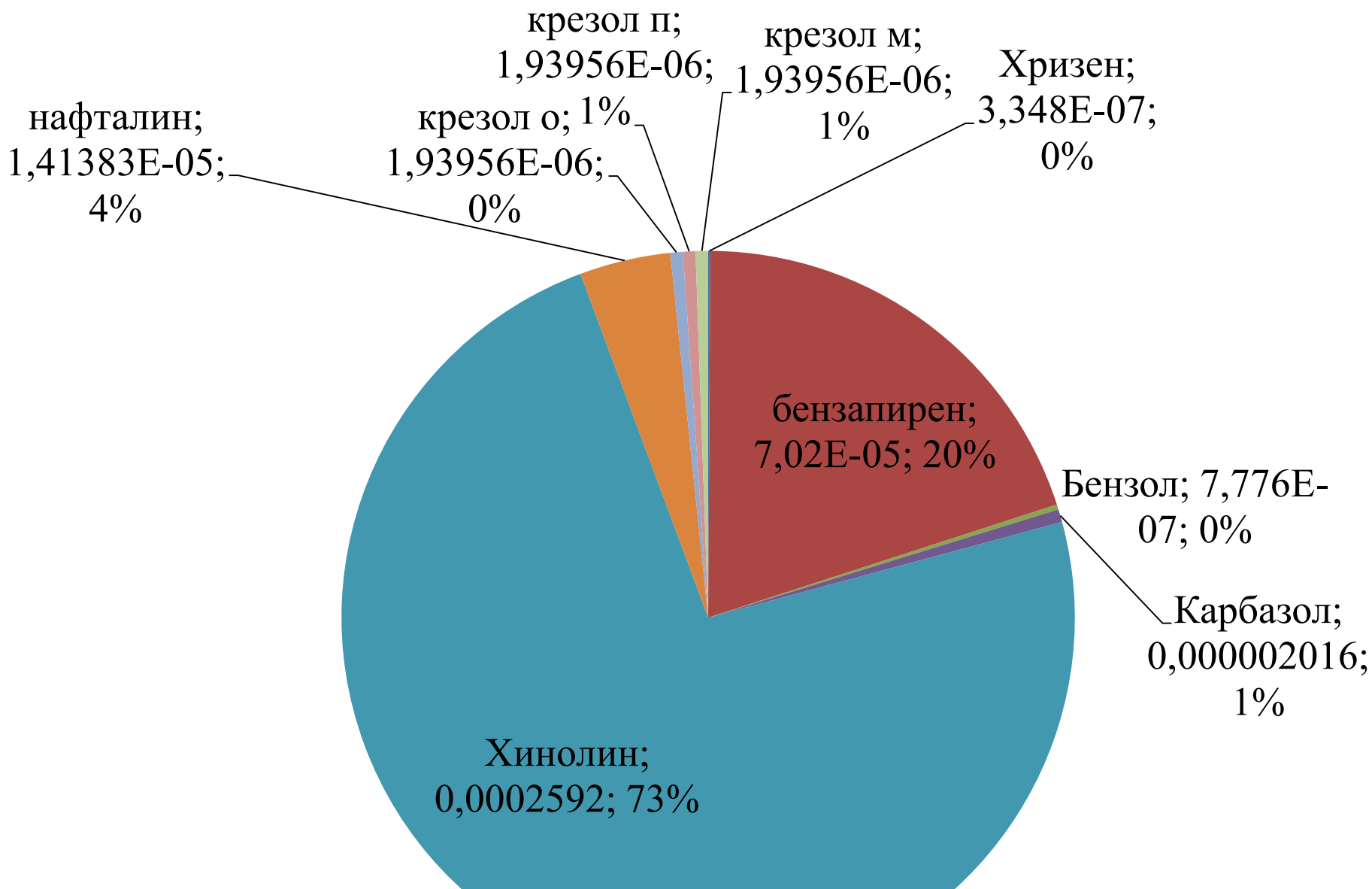


Связь между величинами ПДКврз и SFI



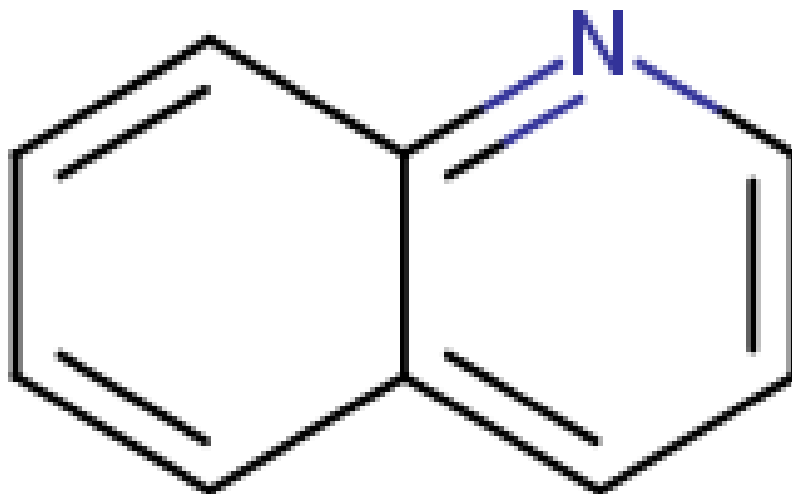
Индивидуальный канцерогенный риск от вдыхания 0,05 мг смолистых веществ каменноугольных возгонов в куб метре воздуха рабочей зоны производства угольных электродов

Вещество МАИР	Содержание в смоле, мг/г	sfi	CRI
Хризен – В2	15	0,0031	3,35E-07
Бензапирен –В2	2,5	3,9	7,02E-05
Бензол – А	4	0,027	7,78E-07
Карбазол - В2	14	0,02	2,02E-06
Хинолин – В2	3	12	0,000259
Нафталин – С	100	0,020	1,41E-05
крезол о – С	2	0,135	1,94E-06
крезол п – С	2	0,135	1,94E-06
крезол м – С	2	0,135	1,94E-06
Сумма			0,000352



Структура индивидуального канцерогенного риска от смолистых веществ воздуха рабочей зоны производства угольных электродов

Хинолин



Выводы:

- Критическими органами и системами организма человека при действии смолы каменноугольных возгонов производства угольных электродов при содержании бензапирена более 0,2% являются – рак, центральная нервная система, печень, развитие.
- Для оценки опасности загрязнения воздуха рабочей зоны производства угольных электродов необходимо осуществлять мониторинг концентрации в воздухе не только смолы каменноугольных возгонов, но и канцерогенных компонентов – хризена (ОБУВ_{врз}=0,0006 мг/м³), хинолина (ПДК_{врз}=0,1 мг/м³), бензапирена (ПДК_{врз}=0,000015 мг/м³) и карбазола (ОБУВ_{врз}=0,005 мг/м³).
- С учётом комбинированного действия смолистых веществ каменноугольных возгонов воздуха рабочей зоны для производства угольных электродов величина ОБУВ_{врз} составляет 0,023 мг/м³.

Спасибо за внимание!