

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Шабельников Ирлан Витальевич

ООО «Химические системы»

irlan2003@mail.ru, +79163348482



Лазерный сканер материалов (жидкостей) - оптическая система позволяющая проводить анализ прохождения лазерных лучей с различной длиной волны (405 нм, 532 нм, 650 нм...) через материал-жидкость, помещённый в тонкостенную полую призму, с фиксацией на экране показателя преломления (проекции каждого лазерного луча), проходящего через призму наполненную анализируемым материалом.



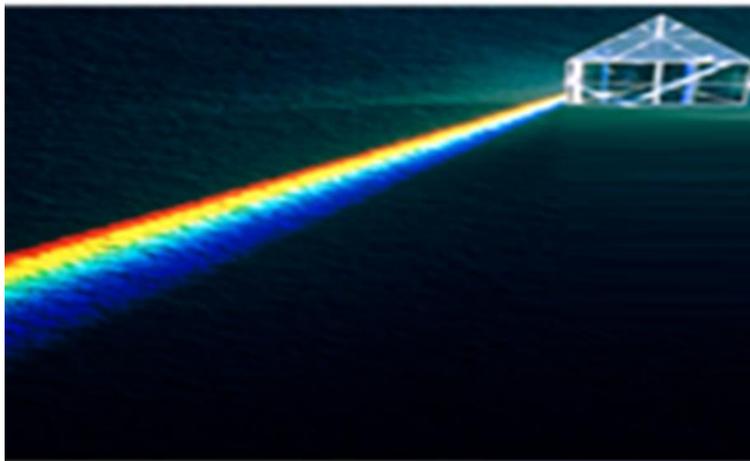
ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Особое производственное значение использование лазерного сканирования материалов приобретает при организации безотходного замкнутого производства, на тех его этапах (звеньях), где возникает необходимость мгновенного бесконтактного анализа характера протекания химических реакций, учета концентраций реагентов и продуктов реакции. Батарея нормированных лазерных лучей 405, 450, 488, 532, 589, 635 и 685 нм, представляет собой своеобразную систему измерения, где любое отклонение от стандартного распределения лазерных лучей в призме (матрицы материала) сигнализирует о нарушении химического состава рассматриваемого материала.

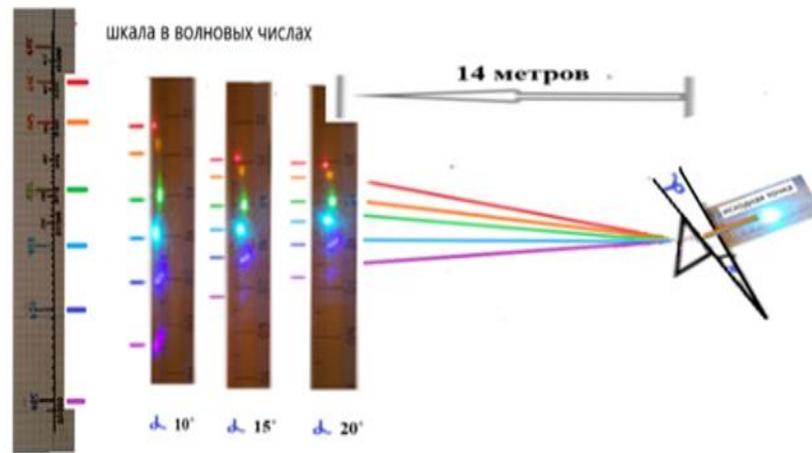
Наличие матриц, характеризующих оптимальный ход реакции, позволяет организовывать производство наиболее экономически и экологически выгодным образом.

В соответствии с характером преломления белого света в призме, можно было предположить, что преломление лазерных лучей в **цельностеклянной** призме будет происходить таким же образом, а фактические отклонения лучей будут пропорциональны длинам волн этих лазеров.

**Преломление белого света в призме
цельностеклянной**



**Преломление лазерных лучей в
цельностеклянной призме**

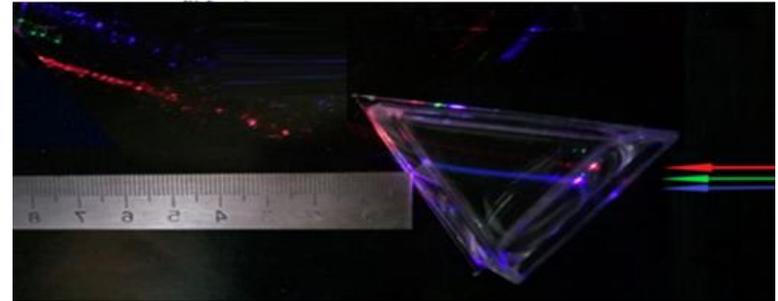


Лазерные лучи, с длинами волн 405, 450, 488, 532, 589, 635 и 685 нм, собранные в один пучок, при вхождении в равнобедренную **цельностеклянную** призму под углом α , дают ожидаемое отклонение лучей в соответствии с дифракцией «белого света» в призме.

	405 (24691)	450 (22222)	488 (20491)	532 (18796)	589 (16977)	635 (15748)	685 (14598)		
угол α°	положение лазерных проекций на измерительной шкале								соответствие
15°	63,3	58,2	53,6	50	45,5	43	41,5		0,99839
20°	62	57,4	53,3	50	46,2	43,6	41,9		0,99935
25°	60,6	56,7	53	50	46,4	44,3	42,9		0,99882
30°	59,7	56,2	52,8	50	46,7	44,7	43,2		0,99912
35°	59,2	55,8	52,5	50	46,8	45	43,5		0,99918
40°	59,2	55,8	52,5	50	47	45,2	44,2		0,99819

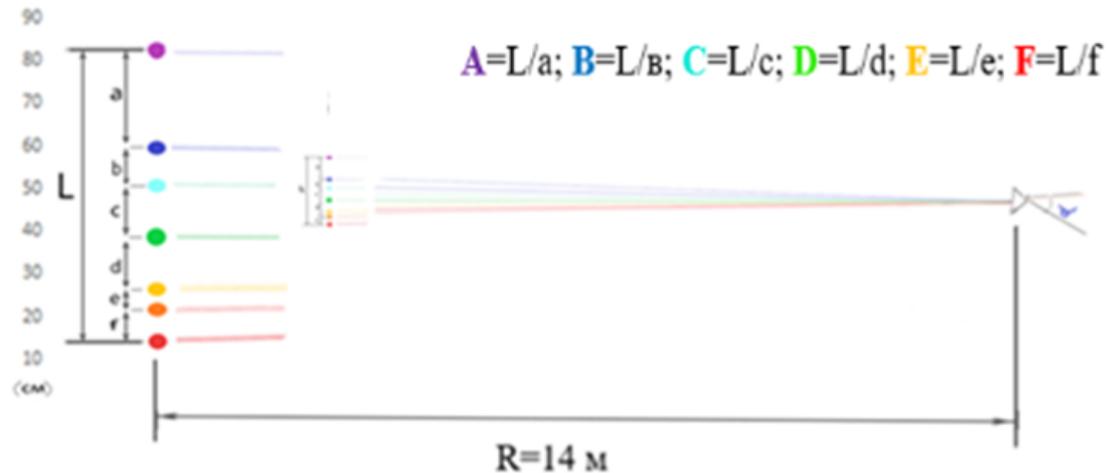
Но, при прохождении пучка лазерных лучей через призму выполненную из **других материалов или полую призму с жидкостью**, наблюдается другая картина отклонений лазерных лучей.

Наряду с **цельностеклянной** призмой, при анализе использовалась и тонкостенная стеклянная **полая призма**, в которую помещались исследуемые жидкости.



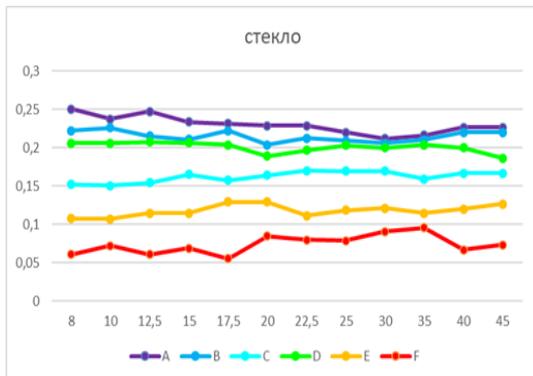
Расчёт частных относительных отклонений **A**; **B**; **C**; **D**; **E**; **F**

Частные относительные отклонения количественно рассчитывались как отношение расстояний между проекциями лучей на метровую линейку (**a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f**) к расстоянию **L** между двумя крайними точками в спектре, т.е. между точками от лучей **405** и **685** нм.

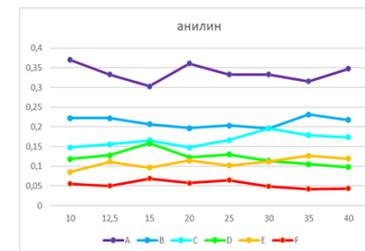
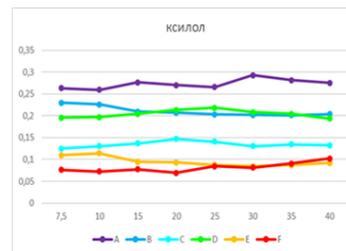
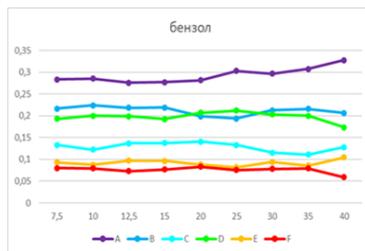


ОСОБЕННОСТИ ЧАСТНЫХ ОТКЛОНЕНИЙ ЛАЗЕРНЫХ ЛУЧЕЙ В РЯДЕ ЖИДКОСТЕЙ

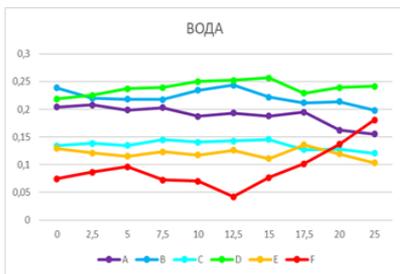
Эталонная матрица частных отклонений **A**; **B**; **C**; **D**; **E**; **F**, полученная при прохождении лазерных лучей через **цельностеклянную** призму под разными углами:



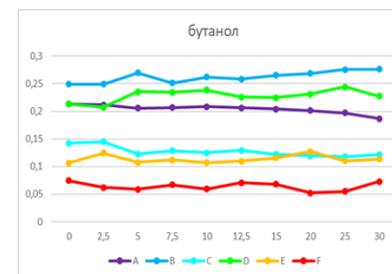
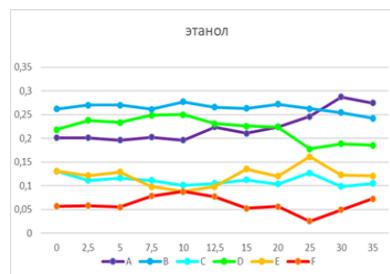
Порядок профилей **A**; **B**; **C**; **D**; **E**; **F** в матрицах ароматических углеводородов наиболее соответствуют порядку этих профилей в стекле:



Совершенно другая картина наблюдается при рассмотрении частных отклонений в воде (перекиси водорода) и в спиртах. Если в матрицах стекла и углеводородов: ксилола, бензола, анилина, наблюдается общее превалирование частного отклонения **A**, то в матрицах воды и перекиси водорода, наблюдается общее превалирование частного отклонения **D**:



а в матрицах спиртов превалирование частных отклонений **B**:



СИСТЕМНЫЕ ОТЛИЧИЯ

Коэффициенты **A**; **B**; **C**; **D**; **E**; **F**, характеризующие частные отклонения лазерных лучей, имеют единую размерность и могут свободно складываться и вычитаться между собой. Расстояние между любой парой лучей (из 7 лучей исходных длин) может быть измерено и взято как их отношение к любой другой паре лучей. Совокупное число сочетаний дает специфическую картину (матрицу) свойственную именно данному исследуемому материалу, своеобразный **штрих-код**.

В физическом плане математически выраженные **коэффициенты частных отклонений A; B; C; D; E; F** характеризуют сектора спектра исследуемых материалов, в которых происходит взаимодействие лучей с этим материалом, сектора в которых искажается нормальное преломление лучей в соответствии с шкалой нормального распределения этих лучей в цельностеклянной призме, выраженной в волновых числах (см^{-1}).

Наиболее близким аналогом разработанного нами метода анализа является Рамановская, УФ и ИК спектроскопия. Если при спектроскопии наличие тех или иных веществ в материале еще ничего не говорит о химической активности этих материалов, где приоритет химической активности материала чаще зависит от пропорций компонентов входящих в материал, то отбор матриц при лазерном сканировании может проводиться по специфической оптико-химической активности этих материалов в целом. То есть, использование лазерного сканирования, в химическом производственном процессе, позволяет контролировать и снижать концентрацию вредных веществ в растворах и смесях, без потери химической продуктивности самого процесса, и при этом можно учитывать выделение вредных веществ в окружающую среду.