

Interacción de acetato de polivinilo disperso con silicatos en materiales de reparación

Interaction of dispersed polyvinyl acetate with silicate in finishing materials

R.F. RUNOVA and A.A. MAISTRENKO
Kiev State University of Civil Engineering and Architecture

UCRANIA

Fecha de recepción: 3-II-96
Fecha de aceptación: 4-IV-96

RESUMEN

Este artículo está orientado a estudiar los procesos de interacción entre los silicatos cálcicos hidratados y el acetato de polivinilo disperso en capas impermeables, con el objeto de desarrollar compuestos destinados para la restauración. El fundamento de estos estudios es determinar el papel que los factores cristal-químicos de las fases silicatos tienen en la formación de compuestos organo-minerales de elevada durabilidad.

Se han descrito las características de los silicatos cálcicos hidratados dispersos. Se han determinado las condiciones de preparación, teniendo en cuenta la síntesis de los productos de estructura submicrocristalina, de compuestos con una estequiometría $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = 0,8-2,0$.

La interacción se ha estudiado sobre productos obtenidos por la mezcla, en un molino rotatorio, de los distintos componentes curados a la $T = 20 \pm 2$ °C. A través de DRX, Análisis Térmicos (A.T.) y Espectroscopia IR se han estudiado, durante un periodo de 90 días, los procesos de formación de una fase polimérica de silicatos en el material.

Se han estudiado las propiedades de la película de polímero y se ha establecido la influencia de factores externos sobre sus altas resistencias. Se puede concluir que la sustitución del cemento portland tradicional por un cemento polimérico, basado en silicatos cálcicos hidratados dispersos, tiene una elevada efectividad. Su color blanco, así como otras propiedades específicas, determinan que este cemento sea idóneo para trabajos de reparación en fachadas de edificios.

SUMMARY

This article focuses on the processes of interaction between calcium silicate hydrates and dispersed polyvinyl acetate in tight films with the aim of developing compounds meant for restoration and finishing works. The basis of this development relies on the concept concerning the determining role of the crystal-chemical factor of the silicate phase in the formation of organic-mineral compounds of increased durability.

The characteristics of dispersed calcium silicate hydrates are portrayed. The preparation conditions, accounting for the synthesis of the product of submicrocrystalline structure, conforming with the stoichiometry $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = 0,8-2,0$ have been determined.

The interaction has been studied for compounds achieved by mixing ingredients in a rapid whirling mixer, and subjected to hardening at $T = 20 \pm 2$ °C. With the aid of XRD, DTA and Infra-Red Spectrometry methods the formation process of the sophisticated polymer silicate phase in the material was observed for a period of 90 days.

The properties of the film were investigated and its high resistance against the influence of external factors was established. On this basis a conclusion concerning the quite high effectiveness of substituting portland cement with dispersed calcium silicate hydrate in polymer cement compounds has been made. White colour and other various special properties determine the suitability for repair and finishing works on facades of buildings.

1. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos que ocurren durante el endurecimiento de materiales cementantes poliméricos han sido ampliamente estudiados, sobretodo los relativos a sus mecanismos. Se supone que (1) durante el período inicial de formación de la estructura, los cristales con forma agujas que constituyen el cemento, germinan y se acumulan en macro-moléculas del polímero. Durante este período la hidratación del cemento es limitada. Existe un trabajo (2) en el que se indica que cuando el acetato de polivinilo es adicionado al hormigón, las partículas de cemento se recubren de una fina película de polímero, de modo que los cristales se mantienen juntos como dentro de una membrana. Esta membrana elástica está compuesta de acetato de polivinilo.

De acuerdo con ciertos trabajos (3), no hay reacción química entre los minerales anhidros y los enlaces de los polímeros. Se asume que durante el proceso de endurecimiento de los cementos basados en polímeros se produce la formación de una estructura independiente que refuerza dicho cemento. Diferencias en la relación de los componentes alteran las características de formación de esa estructura, lo cual incide sobre las propiedades finales del composite.

De todo lo anteriormente expuesto se desprende que, debido a su complejidad, existen contradicciones en torno a los mecanismos que controlan los procesos de endurecimiento de los cementos basados en polímeros. Por lo tanto, es necesario focalizar el estudio en las condiciones de interacción. Hay que tener en cuenta que la formación de estructuras en tales sistemas se considera que es básicamente la correspondiente a un cuerpo denso dentro de un hormigón. De acuerdo con nuestra opinión, en el pasado no se prestó especial atención a las peculiaridades del proceso de formación de tales estructuras en películas delgadas. De ahí que el presente trabajo se centre en el estudio específico de tales condiciones de interacción.

2. MATERIAS PRIMAS. METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN DE COMPUESTOS Y EXPERIMENTOS REALIZADOS

Se prepararon silicatos cálcicos hidratados dispersos a través de los ya conocidos procesos de síntesis hidro-termales (4,5). Se utilizaron cal apagada y arena de cuarzo como materias primas. Los óxidos de calcio y magnesio reactivos de la cal constituían el 80-90 % en peso de la muestra; mientras que el contenido en anhídrido carbónico no superaba el 5%. La arena de cuarzo empleada tenía un contenido en sílice superior al 80%. Las relaciones óxido de calcio/óxido de silicio

1. INTRODUCTION

The phenomena occurring during the hardening of polymer cement materials are sufficiently and widely studied, especially the sophistication of their mechanism. It is presumed that (1) during the initial period of structure formation, the needle like crystals constituting the cement germinate to accumulate the macro-molecules of the polymer. During this period the hydration of cement is limited. A notion exists (2) that, when polyvinyl acetate dispersion is added into concrete the cement particles are covered by a thin film of polymer and during hardening the crystals join together in a membrane. The water contained in the dispersion unites and an elastic membrane composed of polyvinyl acetate remains.

Agreeing with certain understandings (3), anhydrous mineral and high polymer bonds do not chemically react together. It is assumed that, during the hardening process of polymer-cements, there occurs the formation of an independent framework that reinforces the polymer-cement. The differences in the correlation of the ingredients lead to the alterations of the character of structure formation, hence affecting the properties of the composite.

Subsequently, the complexity of the processes facilitating the hardening of polymer cement compounds, determines a certain contradiction concerning the ideas about the mechanism. However, it is of necessity to focus research on the study of specifically such conditions of interaction. Note that the structure formation of such systems is basically considered to be that of a dense body of a moulded concrete mixture. In accordance with our assessment, special attention was not paid to the peculiarities of structure formation in thin films at increased water content of the system. The current research focuses on study of specifically such conditions of interaction.

2. RAW MATERIALS. THE METHODOLOGY OF PREPARING COMPOUNDS AND CONDUCTING EXPERIMENTS

Dispersed calcium silicate hydrates obtained through hydro-thermal synthesis, based on the famous methods (4,5) were used, Slaked lime and quartz sand were employed as raw materials also. The quantity of reactive calcium and magnesium oxides in the lime constituted 80-90% by mass, while that of carbon dioxide was not more than 5%. Quartz sand constituted not less than 80% mass of silica. The correlation between the oxides of calcium and silicon in the raw

utilizadas en la preparación de las mezclas para la síntesis, varío de acuerdo a las necesidades de basicidad requeridas para la formación de los silicatos cálcicos hidratados.

La molienda de las materias primas se realizó en un molino de bolas con revestimiento cerámico. La suspensión obtenida se sometió a tratamiento hidrotermal en un reactor químico con intermezclador, procediéndose después al filtrado y secado de las muestras. Este procedimiento, que permite controlar ciertos parámetros, hace posible obtener un producto no cristalino, es decir un material de baja estabilidad. La identificación de los productos así obtenidos se realizó a través de métodos físico-químicos. Las propiedades de los silicatos cálcicos hidratados dispersos obtenidos fueron las siguientes: superficie específica 10.000-30.000 m²/kg; densidad 1.500-1.800 kg/m³; 200-250 kg/m³.

Con el objeto de observar la influencia de la estructura del silicato sobre la naturaleza de la interacción, se utilizaron otras materias primas como wollastonita, carbonato cálcico y sílice, para la síntesis del silicato cálcico hidratado.

Se utilizó una dispersión de acetato de polivinilo (PVAD) en agua, marca DB 48/5, con un tamaño de partícula de 1-3 micras. Los compuestos se prepararon por mezcla por los distintos componentes en un mezclador de alta velocidad, hasta alcanzar la mezcla una viscosidad de 20-30 segundos. La solidificación de las pastas se produjo en condiciones normales de 18±2 °C.

Los materiales obtenidos, así como los productos de interacción, fueron identificados por DRX, Análisis Térmicos (A.T.) y Espectroscopía Infrarroja, así como por las medidas de diferencia de potencial obtenidas a través de un método de electro-ósmosis (6). La viscosidad efectiva fue determinada a través de un viscosímetro a la temperatura de 20±1 °C. El coeficiente de resistencia al agua y al impacto de la película (membrana) fueron determinados de acuerdo con los métodos ya conocidos (7).

3. RESULTADOS EXPERIMENTALES Y DISCUSIÓN

Como se muestra en la Fig. 1, los materiales polímero-silicato se caracterizan por seguir una ley general, de modo que experimentan un incremento en la resistencia y elasticidad durante el período inicial de solidificación, con una posterior estabilización. Este comportamiento se observa tanto en las muestras conservadas al aire como en agua.

material mixture for synthesis was attained on the basis of the acquired basicity of the produced calcium silicate hydrate.

The grinding of raw materials was carried under wet method in a ball mill with ceramic lining. The achieved suspension was subjected to hydrothermal treatment in a chemical reactor with an intermixing device, later filtered and dried. These well studied and exhausted parameters facilitated the attainment of a non-crystalline product, that is of an unstable state. The identification of the products was performed with the aid of physical-chemical methods. The properties of dispersed calcium silicate hydrates are as follows: specific surface 10.000-30.000 m²/kg; density 1.500-1.800 kg/m³; bulk density 200-250 kg/m³.

In order to observe the fluctuations of the interaction character, depending on the structure of the silicate, the wollastonite, calcium carbonate and silica were employed.

Polyvinyl acetate dispersion (PVAD) mark DB 48/5 of particle size 1-3 microns was used as water dispersed polymer. The compounds were prepared by mixing ingredients in a high-speed mixer so as to achieve compounds having viscosity of 20-30 sec. The solidification of the coating occurred under normal conditions at 18±2 °C.

The source materials and the interaction products were identified with the aid of XRD, DTA and Infra-Red methods, as well as the measurements of potential difference by the method of electro-osmosis (6). The effective viscosity was determined with the aid of a viscometer at a temperature of 20±1 °C. The coefficient of water resistance and impact strength of the film (membrane) were determined in accordance with the research methods (7).

3. EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSION

As shown on Fig. 1 polymer-silicate materials are characterised by a general law expressing the increase in strength and elasticity at the initial period of solidification with stabilisation with respect to time when preserved in air as well as in water.

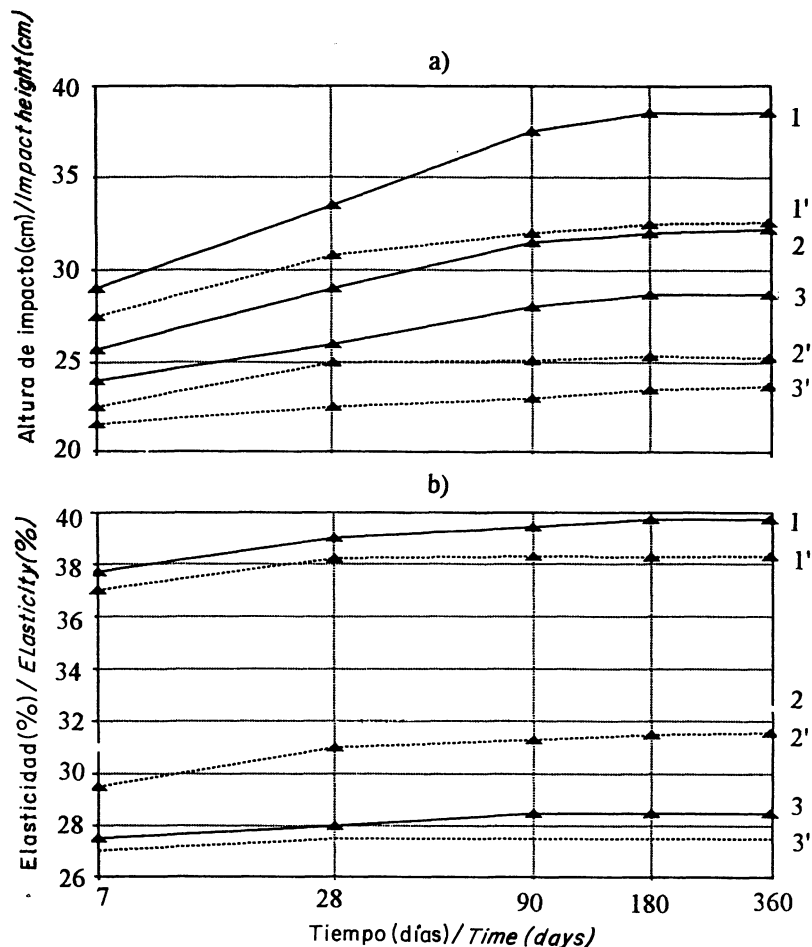


Fig. 1.- Curvas cinéticas para impacto (a) y elasticidad (b) de recubrimientos basados en CSH con basicidades: 1,1'-2.2'; 2,2'-1.5; 3,3'-0.8. Notas: — conservación en aire, ---- en agua.

Fig. 1.- Kinetic curves for impact height (a) and elasticity (b) of coatings based on CSH with basicity: 1,1'-2.0; 2,2'-1.5; 3,3'-0.8. Remarks: — conservation in air, ---- in water.

Comparando las propiedades resistentes de los distintos compuestos obtenidos, aquéllos basados en cal, en wollastonita y en una muestra no sintética procedente de cantera y con estructura cristalina estable, se deduce que, ésta última, posee una resistencia al impacto de 2 a 2,5 veces menor que el recubrimiento de silicato polímero, basado en un CSH similar al C-S-H (I) (Fig. 2). Además, los recubrimientos basados en C-S-H (I) con concentraciones de PVAD entre 13-30% tienen un coeficiente de resistencia al agua con valores comprendidos entre 0,85-0,99. Estos valores son muy superiores a los obtenidos en las restantes muestras. Por lo tanto, las principales diferencias en las propiedades parecen estar relacionadas con los componentes minerales del compuesto, por lo cual los procesos activos físico-químicos probablemente ocurran en los sistemas que contienen CSH submicrocristalino, lo que facilita el desarrollo de resistencias.

The comparison of strength properties of the studied compounds based on lime powder, wollastonite and chalk paste that is a substance of stable and crystal structure, shows that the latter possesses impact resistance of 2-2.5 times less than the polymer silicate coating based on CSH like C-S-H (I) (Fig. 2). Besides the studied coatings based on C-S-H (I) with concentration PVAD 13-30% have coefficient of water resistance 0.85-0.99 differing from the compared analogues. Hence, the principle differences in properties may be linked with the role of mineral components of a compound, whereby active physical-chemical processes probably occur in the system containing CSH of submicrocrystalline structure, and facilitating the synthesis of strength.

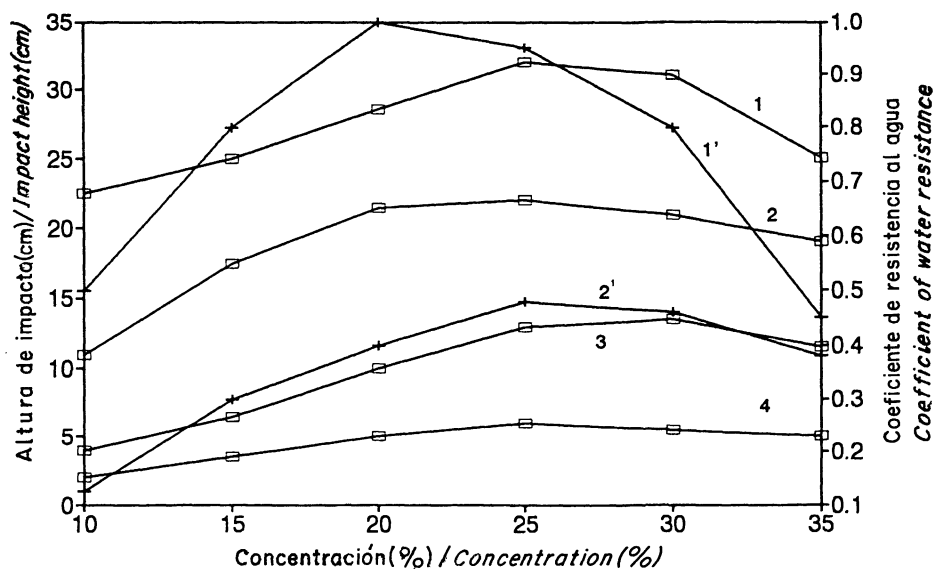


Fig. 2.- Influencia del contenido de PVAD en el coeficiente de resistencia del agua (1', 2') y de impacto de los recubrimientos (1, 2, 3, 4) basados en: 1,1'. CSH; 2,2'. Wollastonita; 3. Cal; 4. Pasta de tiza.

Fig. 2.- Influence of PVAD content on the coefficient of water resistance (1', 2') and impact height of coatings (1, 2, 3, 4) based on: 1, 1'. CSH; 2, 2'. Wollastonite; 3. Lime powder; 4. Chalk paste.

De acuerdo con los registros termográficos de las muestras, se deduce que la interacción del sistema supone la existencia de una fase silicato-polímero denominada "X", la cual se asocia a la presencia de una doble señal exotérmica con máximos entre 325 y 420 °C. Estas señales no aparecen en las curvas de los materiales de partida.

Es necesario indicar, que también son viables procesos alternativos basados en compuestos minerales anhidros de estructura cristalina estable, como por ejemplo sílice, calcita o wollastonita anhidra. Las curvas de A.T. muestran que el compuesto basado en wollastonita se caracteriza por una señal exotérmica en el rango de temperaturas de 320-650°C, con unos máximos a 400 y 600 °C, que corresponden al PVAD.

En otras investigaciones (8) se ha establecido que en aquellos compuestos que contienen sílice y carbonato cálcico se prolonga la inestabilidad de las fases. A diferencia de esto, la presencia de CSH promueve una interacción intensa y completa con la formación de una estructura estable. Los datos de A.T., basados en muestras curadas a 48 horas, 90 y 360 días dan prueba de ello. Todos los compuestos tienen prácticamente las mismas señales térmicas, no mostrando diferencias significativas en el tiempo de conservación.

La parte más reactiva de las moléculas del PVAD son los grupos carbonilos C=O. Su presencia se confirma por la banda de absorción en 1.700 cm⁻¹. Por otra parte,

According to thermographic readings for samples, the interaction in the system is accompanied with the appearance of a complex polymer silicate phase "X" which can be assessed owing to the presence of a double exothermal effect at maximum of 325 and 420 °C, with the absence on curves, of the initial components.

It is of necessity to note that, an alternative process in the systems containing anhydrous mineral compounds of stable crystalline structure is viable for instance with silica, calcite and anhydrous wollastonite. Curve on the DTA charts shows that the compound based on wollastonite is characterised of an exoeffect at a temperature range of 320-650°C and maximum at 400 and 600 °C, thus corresponding to PVAD.

Earlier investigations on compounds possessing silica and calcium carbonate have established (8) the prolongation of unstable disintegrating phases in such systems. Distinguishing from the above process, the presence of CSH provides an intensive and a complete interaction by accelerating the system's structure formation. The DTA data, based on specimen aged 48 hours, 90 and 360 days of hardening provides the proof. All the compounds have practically the same thermal effect, notwithstanding the significant differences in time conservation.

The most reactive part of PVAD molecules is considered to be the carbonyl C=O. Its presence is confirmed by absorption band of 1700 cm⁻¹. Besides,

el grupo C-O-C, caracterizado por la banda espectral en 1.200 cm^{-1} , interviene también en la reacción. Por ello, cambios en las bandas de absorción relacionadas con estos grupos, sirven para interpretar los cambios experimentados en el sistema. La disponibilidad de pares de electrones en el átomo de oxígeno, capaces de ser donados para formar enlaces covalentes (9) y la capacidad de los iones de calcio del CSH de aceptar esos electrones, permite la formación de enlaces y, por lo tanto, de compuestos (4).

En los espectros IR de las muestras objeto de estudio en este trabajo se observa un desplazamiento de la banda en 1.630 cm^{-1} de al menos 5 cm^{-1} , debido a la naturaleza del ligante.

Las características de la interacción donante-aceptor entre los iones Ca y los grupos carbonilos se pueden evaluar a través de una banda de baja intensidad, situada entre $1.550\text{-}1.560\text{ cm}^{-1}$ (10). En el sistema objeto de estudio, polímero-silicatos, es difícil detectar esta banda, ya que en parte coincide con aquella debida a la vibración de los grupos silicatos del gel C-S-H (I) en 1.420 cm^{-1} . En esa zona del espectro IR ($1.550\text{-}1.560\text{ cm}^{-1}$) se observan pequeñas vibraciones que se pueden asignar a compuestos complejos, formados por la interacción donante-aceptor entre los iones calcio del CSH y el grupo carbonilo del PVAD.

Los espectros IR de estas muestras presentan desplazamientos de las bandas debidas al grupo carbonilo desde 1.700 a 1.740 cm^{-1} , y también en aquellas debidas a los grupos C-O-C, desde 1.200 a 1.240 cm^{-1} . El proceso de formación de la película va acompañado por cambios en los enlaces de los compuestos de silicato. Ello se manifiesta en los espectros IR por un incremento en las zonas de absorción situadas entre $900\text{-}1.200$, $450\text{-}650\text{ cm}^{-1}$, características de las vibraciones de valencia de los grupos Si-O.

El potencial electrocinético (EKP) del polímero contenido en la dispersión de gel CSH puede variar dentro de unos amplios márgenes, dependiendo de la concentración del PVAD (Fig. 3, curva 1). El gel CSH inicial posee un EKP negativo (-64 mv), que es característico en la mayoría de los silicatos, ya sean estos naturales o sintéticos (11), y está relacionado con las peculiaridades de su estructura cristalina. A diferencia del gel CSH, el PVAD en agua posee una EKP positivo ($+11\text{ mv}$). Esta diferencia en el signo del EKP en la superficie de las partículas del CSH y PVAD facilita su interacción y se favorecen las condiciones de coagulación o precipitación. Así, variando la relación entre las concentraciones y las cargas se debería alterar el estado del sistema. Los resultados experimentales han mostrado que la adición de PVAD a dispersiones

the C-O-C, group characterised by spectral band 1.200 cm^{-1} , is necessary for the reaction capacity. Particularly, according to changes in absorption band, which is related to these groups, we can judge the changes in the whole system. The availability of un-divided electron pairs in the oxygen atom, which takes part in the mentioned bondings stipulates it to acquire the properties of an electron-donor as well as the possibility in conjunction with these of forming a donor-acceptor bond (9). Calcium ion acts as the electron acceptor in the CSH with the formation of a compound (4).

The Infra-Red spectroscopy (IRS) graphs of the investigated compounds record a visible displacement of 1.630 cm^{-1} of about 5 cm^{-1} less, which is caused by the nature of the binder.

Besides, the characteristic of the donor-acceptor interaction between Ca-ion and carbonyl group, evaluated by the absorption band $1.550\text{-}1.560\text{ cm}^{-1}$ of low intensity, is known (10). In the studied polymer silicate system it is difficult to record such a band, due to its coincidence with the vibration of the silicate group C-S-H (I) at 1.420 cm^{-1} . In this zone on the IRS spectroscopy insignificant vibrations at $1.550\text{-}1.560\text{ cm}^{-1}$, corresponding to the formation of complicated compounds, characteristic of donor-acceptor interaction between the calcium ion and the carbonyl group of PVAD are observed.

As shown by curves of IRS, a shift of vibrations of carbonyl group 1700 cm^{-1} by 40 cm^{-1} , that is 1.740 cm^{-1} , is obvious also for the C-O-C group 1.200 cm^{-1} , that is 1.240 cm^{-1} . The film formation process is accompanied by changes in bond shape of the silicate components. The IRS graphs, expressed the increase in absorption band in zones of $900 - 1.200$, $450 - 650\text{ cm}^{-1}$, relating to the valency vibrations of Si-O.

As indicated by the investigations, the electrokinetic potential (EKP) of the polymer containing dispersions of CSH can vary in wide limits, depending on the PVAD concentration (Fig 3, curve 1). The initial CSH possesses a negative EKP (-64 mv), which is characteristic for the majority of the natural and synthetic silicates (11) and explained by the peculiarities of the crystalline structure. Distinguishing from CSH, the PVAD in water possesses a positive EKP ($+11\text{ mv}$). The difference in charge sign on the surface of the CSH and PVAD particles in the blended dispersion facilitates the interaction of particles thus providing conditions for heterocoagulation. Thus, varying the correlation of the concentrations contrary to the charged phases ought to alter the structure state of the system. Experiments show that, the addition of PVAD into CSH dispersion decreases the EKP to zero and later attains

de CSH rebajan el EKP a cero e incluso, a edades más avanzadas, se pueden alcanzar valores positivos. Sin embargo, también se pueden conseguir puntos isoelectrónicos a concentraciones muy altas de PVAD (90%).

La curva η -C se caracteriza por presentar dos secciones (Fig. 3, curva 1): una reducción rápida en los valores de EKP en aquellas regiones de bajas concentraciones de PVAD (cuando la concentración oscila entre 10-20%), y después de la inflexión un cambio gradual en el EKP que se mantiene al aumentar la concentración del PVAD.

La presencia de ese punto de inflexión en la curva, corresponde al cambio de estructura que experimenta la interacción. Este cambio se produce a una determinada relación de las cargas superficiales de las partículas de CSH y PVAD. A éstas mismas concentraciones de PVAD (10-20%) se obtienen los valores máximos de viscosidad efectiva en la dispersión (Fig. 3, curva 2). La adición de PVAD y el aumento de viscosidad corresponden a un estado de máxima resistencia, que se mantiene hasta conseguir la anisotropía de la carga superficial de las partículas de CSH. Este estado está unido a la formación de una gran cantidad de enlaces puente entre las partículas de CSH y los glóbulos de PVAD.

Los resultados experimentales realizados sobre la interacción del sistema, teniendo en cuenta la formación de una película (de espesor 1,5-2,5 mm) son los siguientes: secado total (deshidratación) 1,0-1,2

positive values. However, isoelectrical point is attained at very high PVAD concentration 90%

Curve η -C is characterised by two sections (Fig. 3, curve 1): a rapid reduction in EKP is observed for regions with minor concentrations of PVAD. whereas after inflection when PVAD content is 10-20% a relatively gradual change in EKP with respect to rise in concentration is observed.

The appearance of the point of inflection on the curve proves of the transition of the dispersion from one structure state to the other, which is caused by the achievement of a specific correlation of the surface charges of CSH and PVAD particles. Therefore, in the same regions of PVAD concentrations (10-20%), the maximum value of effective viscosity of dispersions is observed (Fig. 3, curve 2). The addition of PVAD and increase in viscosity, corresponding to the strengthening of structure continues till the achievement of anisotropy on the surface charge of the CSH particle. Such a state is linked with the formation of a large quantity of bridge bondings of the CSH particles and PVAD globules.

The results of interaction of the system under consideration account for the formation of a film (thickness 1.5-2.5 mm) with the following properties: total drying (dehydration) 1.0-1.2 hrs.; impact strength

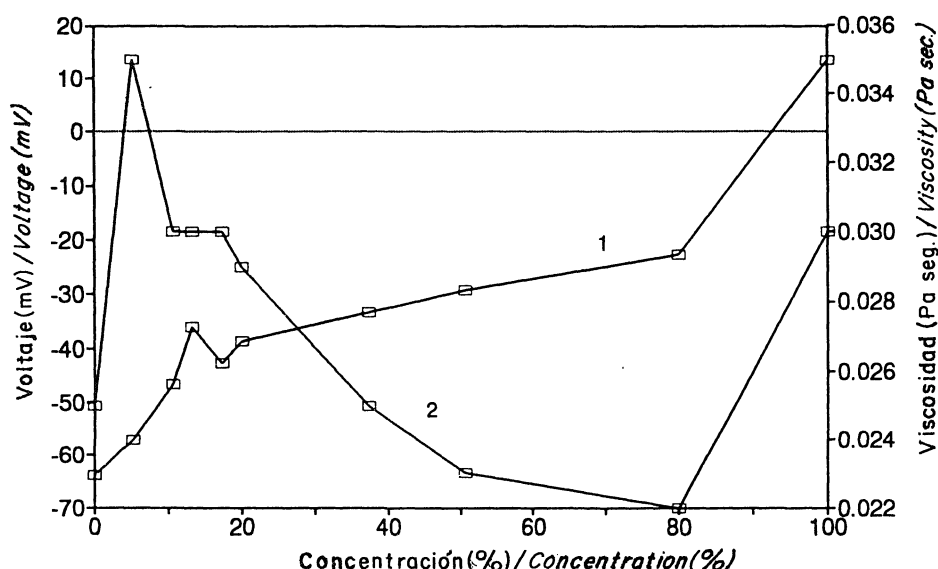


Fig. 3.- Dependencia del EKP (curva 1) y de la viscosidad efectiva (curva 2) de la suspensión de silicato polimerizado con respecto a la concentración de PVAD.

Fig. 3.- Dependence of EKP (curve 1) and effective viscosity (curve 2) of polymer silicate suspension upon the PVAD concentration.

horas; resistencia al impacto 6,3-7.4 MPa; adherencia 1,6-1,8 MPa; coeficiente de resistencia al agua 0,94-1,0; resistencia a las heladas 35-60 ciclos; resistencia ambiental 350-600 ciclos.

La experiencia alcanzada en el estudio de la interacción entre los silicatos cálcicos hidratados y polímeros, en películas, ha demostrado su validez para la preparación de materiales de acabado.

4. CONCLUSIONES

1. De las investigaciones físico-químicas realizadas, se ha deducido que el proceso de interacción entre los materiales y de formación de estructuras, se produce con mayor intensidad en los silicatos de naturaleza amorfa o submicrocristalina, respecto aquéllos que tienen una estructura cristalina estable.

2. Los recubrimientos desarrollados se caracterizan por ser resistentes al agua, pudiendo ser utilizados, dada la importancia de esta propiedad, como materiales de construcción de acabado.

6.3-7.4 MPa; *adhesion to foundation 1.6-1.8 MPa; coefficient of water resistance 0.94-1.0; frost resistance 35-60 cycles; atmospheric resistance 350-600 cycles.*

The experience of utilising active interaction of calcium silicate hydrates and polymer in film is relevant for the preparation of painting materials.

4.- CONCLUSIONS

1. *Physical-chemical investigations on the process of structure formation of the compounds under consideration confirm that their interaction activity is higher than for similar systems, containing anhydrous minerals of stable crystalline structure.*

2. *The achieved coatings are found to be water-resistant, and this is regarded as one of the most significant properties accounting for the durability of paints as construction materials.*

5. BIBLIOGRAFÍA

- (1) KRUGLITSKY, N.N., BOIKO, G.P.: (1981); "Phisico-Chemical Mechanics of cementpolymer compositions" (in Russian); Naukoba dumca, Kiev.
- (2) VON SCHULZ, H.W.: (1975); "Kunststoff und Beton". Kunstobbe, N47, s.604.
- (3) GEIST, J.M., AMANGA, S.V., MELLOR, B.B.: (1953); "Improved portland cement mortars with polyvinyl Acetate Emulsions"; Industrial and Eng. Chem., 45, n4, p.p. 759-767.
- (4) TAYLOR, H.F.U.: (1976); "Calcium Silicate Hydrates"; Proc. of the VI Int. Congr. on the Chem. of Cement, Moscow, pp. 114-136.
- (5) ILYUKHIN, V.V. et al.: (1979); "Calcium Silicate Hydrates" (in Russian); Chemistry, Moscow.
- (6) FRIDRIKHSBERG, D.A.: (1974); "Course of Colloidal Chemistry" (in Russian); Chemistry, Leningrad.
- (7) KARIAKINA, M.I.: (1983); "Laboratory Test of Colour Varnish Materials" (in Russian); Chemistry, Moscow.
- (8) REZVANTSEV, V.I., DOLGAYA, P.F.: (1973); "Thermographical Research for Structure-Formation of Emulsiomineral Mixtures"; Prog. Hidrodomii, Publish, Moscow, Rev. 7, pp. 121-126.
- (9) TAGER, A.A.: (1978); "Physical - Chemistry of Polymers"; Chemistry Publish, Moscow, URRS, 380 pp.
- (10) SPIRIN, Y.A. et al.: (1978); "The Interaction of Organic and Mineral Compnents of the Cement Composite Materials"; Reports of Academy of Sciences, Academy of Sciences Publish, Vol. 3, N 241, pp. 654-656.
- (11) RIDDIK, T.M.: (1968); "Control of Colloidal Stability Through Zeta-Potential"; Vol. 1, 328 pp.
